



00381
20
2y

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**SISTEMÁTICA DE LA FAMILIA PONTEDERIACEAE
EN MÉXICO**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
DOCTOR EN CIENCIAS
(BIOLOGÍA)
PRESENTA

LUIS ALEJANDRO NOVELO RETANA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

DIRECTORES DE TESIS: DR. JOSÉ LUIS VILLASEÑOR RÍOS Y DR. ANTONIO LOT HELGUERAS

MÉXICO, D.F. 1996



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.

DEDICATORIA

A mi esposa Carmen Sylvia
y a mis hijos Alejandro
y Sylvia con todo mi cariño.

A mis maestros,
colegas y
alumnos, de quienes
aprendí lo que se.

A mis padres Horacio y
Ofelia y mis hermanos
Viky y Lalo.

CONTENIDO

RESUMEN

AGRADECIMIENTOS

INTRODUCCION

Distribución geográfica mundial

Distribución geográfica en México

Situación taxonómica de la familia

OBJETIVOS

METODO

Semillas

Estigmas

Polen

Cromosomas

Ejemplares de herbario

Fenética

Cladística

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracteres morfológicos

Duración

Forma de vida

Raíces

Tallos

Vernación

Pecíolo

Estípulas

Arreglo de las hojas

Forma de las hojas

Base de la hoja

Apice de la hoja

Aspecto de las hojas adultas

Espata inferior

Espata superior

Inflorescencia

Sistemas reproductivos

Flores

Estambres

1

1

2

4

8

9

9

10

11

12

13

15

23

27

27

27

28

31

32

33

33

34

35

35

36

36

36

37

37

39

43

45

50

Filamentos	50
Anteras	51
Ovario	52
Estilo	54
Estigma	55
Fruto	56
Semillas	57
Caracteres microscópicos	58
Granos de polen	58
Cromosomas	64
Análisis de la información	66
Fenética	66
Cladística	68
CONCLUSIONES	90
TRATAMIENTO TAXONÓMICO	93
Pontederiaceae Kunth	93
<i>Eichhornia</i> Kunth	95
<i>E. azurea</i> (Sw.) Kunth	96
<i>E. crassipes</i> (C. Martius) Solms-Laub.	98
<i>E. heterosperma</i> Alexander	111
<i>E. paniculata</i> (Sprengel) Solms-Laub.	112
<i>Heteranthera</i> Ruiz López et Pavón	114
<i>H. dubia</i> (Jacq.) MacMill.	115
<i>H. limosa</i> (Sw.) Willd.	120
<i>H. mexicana</i> S. Watson	127
<i>H. oblongifolia</i> C. Martius	128
<i>H. peduncularis</i> Benth.	129
<i>H. reniformis</i> Ruiz López et Pavón	135
<i>H. rotundifolia</i> (Kunth) Griseb.	140
<i>H. seubertiana</i> Solms-Laub.	149
<i>H. spicata</i> C. Presl	150
Posibles híbridos	151
<i>Pontederia</i> L.	152
<i>P. rotundifolia</i> L. f.	153
<i>P. sagittata</i> C. Presl	155
LITERATURA CITADA	167

RESUMEN

La familia Pontederiaceae en México está representada por tres géneros (*Eichhornia*, *Heteranthera* y *Pontederia*) y quince especies, distribuidas preferentemente en zonas bajas y cálidas.

Como objetivo principal se propuso hacer una evaluación sobre los límites genéricos de las Pontederiaceae mexicanas, a través de metodologías modernas de análisis taxonómico (fenética y cladística), especialmente porque en nuestro territorio habitan al menos tres géneros taxonómicamente problemáticos, como son *Eurystemon*, *Reussia* y *Zosterella*. Al mismo tiempo se pretendió comparar estos taxa con el mayor número de especies de esta familia de acuerdo a la disponibilidad de material botánico e información bibliográfica.

Se hizo una evaluación del mayor número de características para cada una de las especies, que van desde aspectos sobre su duración, pasando por raíces, tallos, hojas, flores, frutos, hasta llegar a las micro estructuras, como el polen y los cromosomas.

El análisis fenético se basó principalmente en material fresco que se colectó en el campo, de material cultivado que se mantuvo vivo en un invernadero, de material fijado en FARMER, y en menor grado, de ejemplares de herbario e información bibliográfica. El análisis se realizó exclusivamente de las especies que hasta el momento se conoce que habitan el territorio nacional. El total de caracteres usados fue de 169 y fueron codificados como binarios o multiestado.

Para el análisis cladístico, se usaron 52 estados de carácter y se incluyeron 22 especies de Pontederiaceae americanas y africanas. Como grupo externo se utilizó a *Monochoria*, el cual es considerado como uno de los géneros más primitivos dentro de la familia.

Uno de los resultados obtenidos en el análisis fenético, es que las Pontederiaceae se agruparon de acuerdo a la delimitación genérica que actualmente prevalece en la literatura taxonómica y florística. Los géneros que se diferenciaron están integrados por *Eichhornia*, *Heteranthera*, *Pontederia* y *Zosterella*.

El análisis cladístico dio como resultado 15 cladogramas, todos ellos igualmente parsimoniosos. Todos ellos tuvieron un índice de consistencia de 0.440 y una longitud de 166 cambios en los estados de carácter. Se obtuvieron dos cladogramas claramente diferenciados, el primero agrupa a los géneros *Eichhornia* y *Pontederia* y el segundo al género *Heteranthera*. Dentro del clado de *Heteranthera* quedaron integrados los géneros que algunos autores han considerado como separados, ellos son *Eurystemon* y *Zosterella*. Aparecen como grupos monofiléticos los géneros *Pontederia* (con seis sinapomorfías) y *Heteranthera* (con dos sinapomorfías) y como paraafilético *Eichhornia*.

Se incluye el tratamiento taxonómico para las Pontederiaceae mexicanas, el cual posee claves para la identificación de géneros y especies, descripciones de los géneros y para cada una de las especies. Para éstas últimas, se da su distribución a nivel mundial y en México, hábitat, intervalo altitudinal de distribución, nombres comunes, usos y se citan todos los ejemplares examinados en cada uno de los estados de la república.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera hacer patente mi agradecimiento a los directores de tesis, doctores José Luis Villaseñor Ríos y Antonio Lot Helgueras por su paciencia, tiempo dedicado y sus atinados comentarios. Así mismo a los miembros del jurado, doctores Fernando Chiang, Patricia Dávila, Hilda Flores, Enrique Martínez y Alma Orozco que amablemente accedieron a revisar el trabajo y aportaron importantes comentarios, sugerencias y que enriquecieron sustancialmente la versión final.

Debo mi agradecimiento a un gran número de personas, sin las cuales, esta tesis no hubiera sido posible, espero no olvidar a ninguna.

Al Dr. Thomas Philbrick que aunque no es oficialmente miembro del comité revisor, siempre me impulsó para terminarla y revisó parte del trabajo.

Al Biól. Leandro Ramos por todo su apoyo durante el desarrollo de la tesis, especialmente en todos los aspectos computacionales (mapas, base de datos, etc.) y en los momentos de mucha presión.

A la Dra. Blanca Pérez por su amistad y por su apoyo siempre sincero en cualquier tipo de necesidad.

A la M. en C. Margarita Reyes y Biól. Guillermina González por todo su tiempo y paciencia invertidos tras la pantalla del microscopio electrónico para obtener las mejores fotografías del polen, estigmas y semillas que ilustran el trabajo.

A mi vecino, Dr. Rafael Lira por su ayuda en todo lo que tiene que ver con los aspectos computacionales de la base de datos y de los programas usados en fenética y cladística.

A la Biól. Carmen Loyola por su amistad y apoyo en todo lo relacionado con las fotografías e impresiones que aparecen en este trabajo y que rompen con la monotonía del texto. A mi amigo Felipe Villegas por todo su apoyo en cuestiones de dibujo y diseño de la portada. A mi otro amigo Ismael Calzada por su agradable compañía y apoyo en innumerables viajes al campo.

A la Biól. Susana Gama por su apoyo en días festivos y fines de semana en el laboratorio de fanerogamia para poder tener los conteos cromosómicos que aquí aparecen. A la Pas. de Biól. Norma Oropeza también por su ayuda en el laboratorio de fanerogamia los fines de semana.

Al Biól. Pedro Mercado por su apoyo en la toma de fotografías de los cromosomas y en la interpretación de los conteos cromosómicos.

INTRODUCCION

Distribución geográfica mundial

La familia Pontederiaceae está constituida por 5 a 9 géneros (Solms-Laubach, 1883; Schwartz, 1927, 1930; Takhtajan, 1980; Cronquist, 1981; Dahlgren et al., 1985; Eckenwalder y Barrett, 1986; Cook, 1990) y aproximadamente 34 especies, distribuidas preferentemente en zonas bajas y cálidas de ambos hemisferios. Pertenecen al grupo de las monocotiledóneas (Liliopsida) que están adaptadas a vivir en ambientes dulceacuícolas, ya sea totalmente sumergidas, como el género *Zosterella*, con los tallos y hojas flotando sobre la superficie del agua, como algunas especies del género *Heteranthera*, emergiendo del agua con las láminas de las hojas de gran tamaño, como algunas especies del género *Pontederia*, hasta aquella que vive flotando libremente sobre la superficie del agua y que es considerada una maleza acuática, conocida vulgarmente como "lirio acuático", *Eichhornia crassipes* (C. Martius) Solms-Laub.

De los 5-9 géneros pertenecientes a las Pontederiaceae, 2 son monoespecíficos y presentan una distribución restringida. Ellos son: *Scholleropsis*, endémico de Madagascar e *Hydrothrix*, endémico de Brasil.

Monochoria, con cerca de 8 especies, se distribuye desde Africa tropical a Manchuria y el norte de Australia. *Pontederia*, exclusivamente americano con 5 especies, habita desde Canadá hasta Argentina y Las Antillas.

Entre los géneros que tienen una distribución pantropical y que contienen el mayor número de especies, se encuentran *Eichhornia*, con 7 especies, de las cuales una habita en Africa y las otras 6 son americanas. *Eichhornia crassipes*, originaria del trópico americano, ahora está ampliamente naturalizada en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo.

Heteranthera contiene 11 especies casi todas ellas americanas, con excepción de *H. callaefolia*, restringida al continente africano.

En el continente americano se concentra casi el 70 % de los géneros y el 67.64 % de todas las especies. México posee el 75% de los géneros americanos y el 61% de las especies americanas.

En la figura 1 se muestran las regiones florísticas americanas propuestas por Takhtajan (1986) y el número de especies de Pontederiaceae que incluyen. Se puede

observar que en el Reino Neotropical hay una mayor abundancia de géneros y de especies pertenecientes a la familia Pontederiaceae, disminuyendo su número tanto hacia el Reino Holártico como hacia el Holoantártico.

Dentro del Reino Neotropical, destacan por el mayor número de especies las Regiones IV Caribeña y VI Brasileña, con 3 géneros la primera y 4 la segunda, cada una con 18 especies. La región Neotropical con menor riqueza florística es la VIII o Andina. Conforme se avanza hacia las zonas templadas y frías, el número de géneros se reduce, especialmente hacia el norte del continente. Las especies *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd. y *H. dubia* (Jacq.) MacMill., son las únicas tolerantes de estos climas.

En cuanto a los endemismos, solamente podemos reconocer a nivel de género a *Hydrothrix* de la Región VI Brasileña. A nivel de especie existen 4, *Heteranthera peduncularis* y *H. mexicana* de la Región III Madreña. *Pontederia sagittata* y *P. parviflora* son exclusivas de la Provincia Centroamericana. Por el contrario, podemos mencionar a aquellos géneros que se distribuyen en varias regiones florísticas, entre ellos podemos destacar en primer lugar al género *Heteranthera* que abarca las 9 regiones (ver figura 2). Las especies de este género que tienen una gran influencia en esta distribución son *H. limosa*, *H. rotundifolia* y *H. reniformis*.

En segundo término encontramos al género *Pontederia* que cubre 8 regiones, *P. cordata* y *P. rotundifolia* son 2 buenos representantes de esa distribución. A continuación, tenemos al género *Eichhornia* que presenta una distribución continua en las 6 regiones meridionales. Al menos 5 especies de este género son comunes dentro de esta área de distribución.

Distribución geográfica en México

En cuanto a México, en donde confluyen 2 importantes regiones florísticas, una de afinidad neotropical y otra de afinidad holártica, concurren de manera natural 3 géneros de un total de 4 reportados para el continente, hecho comparable solamente con la región Brasileña. A nivel de especie, de un total de 24 presentes en América, en México se han reportado hasta el momento 15, más un híbrido, número muy cercano al alcanzado en las vastas regiones con mayor diversidad, como son la provincia Centroamericana y las regiones Amazónica y Brasileña (ver figura 2).

Ahora revisemos con un poco más de detalle los géneros y especies que habitan

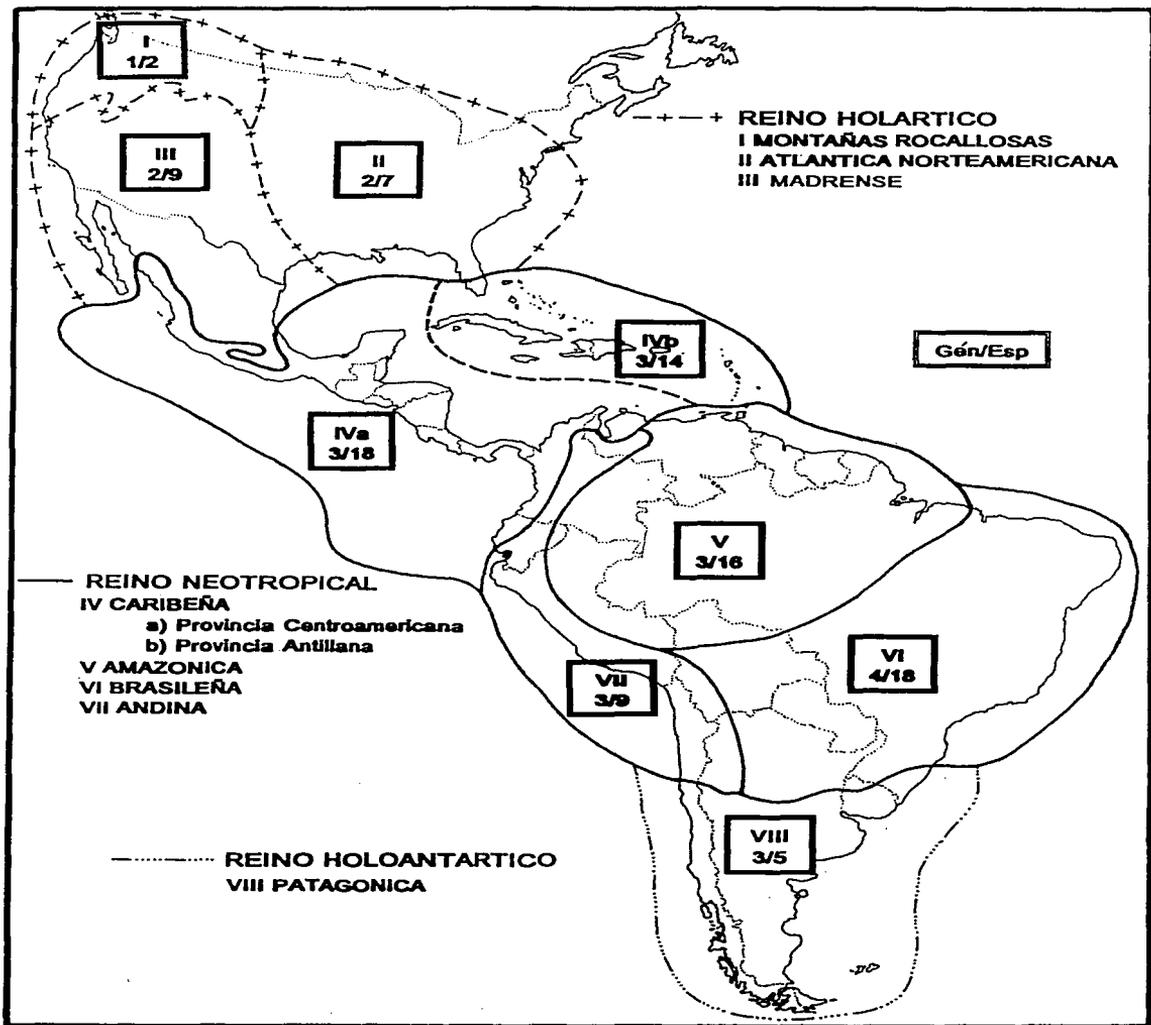


Figura 1. Regiones florísticas americanas según Takhtajan (1986) y el número de géneros y especies de Pontederiaceae que contienen.

PONTERIACEAS AMERICANAS

Reg. Fl.

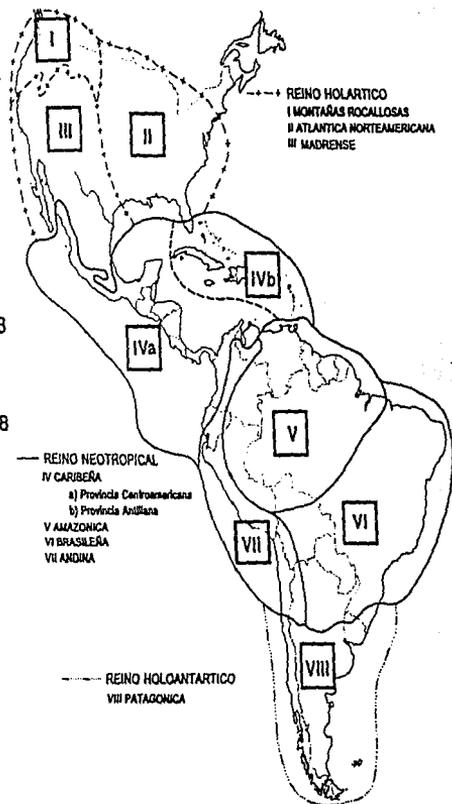
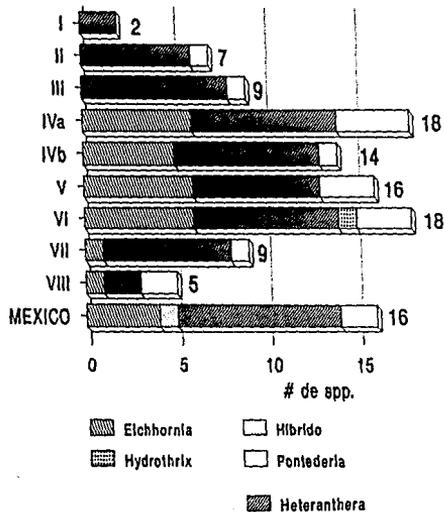


Figura 2. Distribución de las Pontederiaceae americanas.

en México. El género *Eichhornia*, está representado por 4 de las 6 especies americanas. *E. crassipes* es la más común y está distribuida en casi toda la República, especialmente en aguas dulces con altos contenidos de nutrientes, en climas cálidos o fríos, en embalses artificiales o naturales, pero siempre asociada a ambientes con alto índice de perturbación humana. *E. azurea* (Sw.) Kunth, *E. heterosperma* Alexander y *E. paniculata* (Sprengel) Solms-Laub., con escasos registros, se han encontrado en los estados del sureste, Tabasco, Chiapas y Oaxaca respectivamente.

El género *Heteranthera* en México es diverso y muy interesante, ya que están presentes el 81.81% de las especies. Por un lado podemos encontrar algunas de amplia distribución en el continente como *H. limosa*, *H. rotundifolia* (Kunth) Griseb. y *H. reniformis* Ruiz López et Pavón, así como especies casi endémicas a nuestro territorio como es el caso de *H. peduncularis* Benth. y *H. mexicana*. De *H. seubertiana* Solms-Laub., *H. spicata* C. Presl y *H. oblongifolia* C. Martius, existen apenas unos cuantos registros y hasta el momento aparecen como pequeñas poblaciones disyuntas. En México se encuentra el límite de distribución de estas tres especies neotropicales.

Heteranthera seubertiana se encontró en la península de Yucatán y en Chiapas y el registro más cercano que se tiene de esta especie proviene de Venezuela, a más de 2000 kilómetros de distancia. *Heteranthera spicata*, colectada en el estado de Jalisco, en el occidente de México, dista casi 2000 kilómetros de la población más cercana en El Salvador. Con *H. oblongifolia* sucede algo parecido, pues sólo se le conoce del Pacífico de México entre los límites de los estados de Oaxaca y Chiapas. La colecta más cercana se encuentra en Cuba a más de 1800 kilómetros de distancia.

Heteranthera mexicana S. Watson, restringida al noroeste y centro de México y sur de los Estados Unidos, ha sido una especie poco colectada y tiene una distribución muy localizada. Comúnmente habita en charcas temporales. *Heteranthera dubia* al igual que *H. mexicana*, presenta hojas acintadas, pero *H. dubia* crece totalmente sumergida, es generalmente perenne, habita ríos y lagos de agua dulce, usualmente forma densos manchones puros y puede crecer sobre substratos pedregosos o limosos. En Guatemala se encuentra el límite sur de su distribución.

El género *Pontederia* está representado en México por 2 de las 5 especies americanas. *P. sagittata* C. Presl, al igual que muchas de las heteránteras, encuentra su límite de distribución en nuestro país y es un elemento importante en las comunidades

de herbáceas en las grandes extensiones pantanosas del sureste, ya que forma manchones puros o a veces mezclados con alismatáceas, tifáceas y marantáceas. A dichas comunidades comúnmente se les conoce con el nombre de "popales". De *P. rotundifolia* L.f. se tienen pocos registros en los estados de Guerrero y Veracruz. La población más cercana está ubicada en Belice, a 600 kilómetros de distancia.

Como puede observarse, muchas de las especies reportadas para México apenas se les empieza a conocer y a coleccionar, y muy probablemente continúe aumentando el número de especies, al profundizar las colectas en regiones aún poco exploradas, especialmente del sureste y norte de México.

Al analizar esta familia y comparar su diversidad con el resto de las regiones florísticas del continente, resalta que no sólo las zonas bajas y cálidas de México son las que presentan el mayor número de especies, sino que las zonas templadas y altas juegan un papel estelar en la diversificación de especies.

Situación taxonómica de la familia

La posición taxonómica de la familia Pontederiaceae ha sido tratada por diversos autores y aún existe desacuerdo en cuanto a las relaciones filogenéticas con otras familias y en algunos casos con otros ordenes.

Solms-Laubach (1883) propuso reunir a las Pontederiaceae con las Liliaceae. Castellanos (1959) considera que las Pontederiaceae están emparentadas con las Commelinaceae, por el desarrollo dorsiventral de la flor y la reducción del androceo. Para Sculthorpe (1963), las Pontederiaceae muestran una tendencia hacia la zigomorfia y la heterostilia, sin embargo, su origen es muy oscuro. También menciona que las Pontederiaceae tienen muchas semejanzas con las Commelinaceae, pero también parece estar relacionada con las Liliaceae.

Takhtajan (1980) sitúa a la familia Pontederiaceae dentro de la subclase Liliidae, orden Liliales, suborden Pontederiineae. En el orden Liliales incluye otras 22 familias. Para este autor le resultó práctico separar el orden Liliales en 7 subórdenes, donde la familia Pontederiaceae se encuentra sola, cercana al suborden Philydrineae donde están las Philydraceae. Las Haemodoraceae las ubica junto con Hypoxidaceae y Velloziaceae en un suborden cercano. De la información recopilada de otros autores, Takhtajan (1980) menciona que la familia Pontederiaceae está relacionada con las Liliaceae y comparte

muchas similitudes con esta familia, como son, los nectarios septales y la anatomía vegetativa. Difiere sin embargo de las Liliaceae por los estomas paracíticos. Los datos citológicos apoyan la inclusión de las Pontederiaceae en las Liliales.

En cuanto a las Philydraceae, Takhtajan (1980) las considera relacionadas con Pontederiaceae y probablemente compartan un ancestro común. Algunas características embriológicas de las Philydraceae, como la estructura de la pared de la antera, los granos de polen, los óvulos, el tipo sucesivo de la microsporogénesis, así como el desarrollo del gametofito femenino y el endospermo, son muy similares a Pontederiaceae. Sin embargo las Philydraceae difieren de las Pontederiaceae por las flores más o menos zigomorfas, el androceo reducido a un solo estambre, la ausencia de nectarios septales, la embriogénesis tipo Onagráceo y las semillas carunculadas.

Para Cronquist (1981), la familia Pontederiaceae está ubicada dentro de la subclase Liliidae, orden Liliales, junto con 14 familias, de las cuales solamente Hanguanaceae presenta algunas especies que viven en lugares húmedos y el resto son terrestres. Este autor sitúa a las Pontederiaceae ente las Philydraceae y las Haemodoraceae y lejos de las Smilacaceae y Dioscoraceae. Para él, las Haemodoraceae, Pontederiaceae y Philydraceae tienen el endospermo relativamente primitivo, pero cada una de estas tres familias tienen sus propias estructuras especializadas y no pueden ser reconocidas como basales en el orden. Sin embargo, consideró a las Liliaceae como el eje central de todo el grupo.

Cronquist (1981) menciona que *Eichhornia*, *Reussia* y *Pontederia* son inusuales dentro de las monocotiledóneas (y entre las angiospermas con flores irregulares) por tener muchas especies heterostilicas. La heterostilia en este grupo es de las más notables ya que algunas especies llegan a ser tristilicas.

Dahlgren, Clifford y Yeo (1985) ubican a la familia en el orden Pontederiales, dentro del superorden Bromeliiflorae, junto con los órdenes Velloziales, Bromeliales, Philydrales, Haemodorales y Typhales. Para ellos, el orden Pontederiales contiene sólo a la familia Pontederiaceae y parece tener una posición central entre los órdenes con estomas paracíticos y endospermo con almidón. Piensan que el orden sin duda está más relacionado a las Philydrales y menos cercanamente a las Haemodorales, Velloziales y Bromeliales. Sin embargo, hay también evidencia que las Zingiberales, a través de las primitivas Musaceae y familias cercanas, se acercan a las Pontederiales. Además, las

Pontederiaceae exhiben varias características que se encuentran en el orden anemógamo Typhales; entre las que se encuentran el hábito acuático o de bordes húmedos, los rafidios de oxalato y la bráctea espatal que sostiene la inflorescencia.

De acuerdo con el estudio palinológico realizado por Simpson (1987), de aquellas familias que se presumía estaban estrechamente relacionadas con las Pontederiaceae, sólo miembros de la tribu Haemodoreae de las Haemodoraceae tienen una ornamentación verrugada similar a la mayoría de las Pontederiaceae. En adición, la estructura de la exina de los géneros de las Pontederiaceae que no son tectado-columelados, es sorprendentemente similar (y presumiblemente homólogo) a miembros de la familia Haemodoraceae. Se propone que las similitudes en la estructura y ornamentación de la exina entre las Pontederiaceae y las Haemodoraceae son homólogas (origen evolutivo común) y constituyen suficiente evidencia para considerar que existe una estrecha relación de estas dos familias y su posible condición como grupos hermanos (sister-group). También menciona que debido a que la condición diápturada de los granos de polen que presentan las Pontederiaceae no ha sido encontrada en ninguna otra familia que se presumía estaba estrechamente emparentada, esta característica constituye un carácter derivado único, compartido solamente por los miembros de las Pontederiaceae.

Para Cook (1990), el orden Pontederiales podría ser muy antiguo. Menciona que las plantas acuáticas habrían evolucionado a partir de diferentes procedencias genéticas y ecológicas. También han evolucionado a diferentes tiempos; algunas familias presumiblemente antiguas, son acuáticas a nivel de orden, mientras que otras, más recientes, contienen únicamente especies que se han separado de sus congéneres terrestres.

Especialistas de la familia Pontederiaceae, como Solms-Laubach (1883), reconoce cinco géneros (*Heteranthera*, *Monochoria*, *Eichhornia*, *Pontederia* y *Reussia*). Por un lado incluye a *Zosterella* dentro de *Heteranthera* y por otro lado segrega a *Reussia* del género *Pontederia*. Dentro del género *Heteranthera* distingue dos secciones: *Schollera* (sin vainas en la base de las hojas) conteniendo las tres especies de hojas lineares con las anteras dimorfas o submonomorfas y *Leptanthus* (con vainas en la base de las hojas) que abarca siete especies con flores solitarias, bifloras y en espigas.

Small (1913), reconoció a *Zosterella* como un género distinto de *Heteranthera*,

resultando diferencias como las anteras monomorfas en lugar de heteromorfas y las láminas de las hojas lineares, en lugar de ensanchadas.

Schwartz (1927, 1930) acepta para la familia Pontederiaceae 6 géneros divididos en tres tribus de acuerdo con el número de lóculos del ovario, óvulos, estambres y tipo de perigonio. La tribu I *Eichhornieae* comprende al género *Eichhornia* con dos secciones, *Protoeichhornia* y *Eueichhornia*. La tribu II *Heteranthereae* incluye los géneros *Hydrothrix*, *Monochoria* y *Heteranthera* (incluyendo a *Zosterella*). A *Monochoria* lo divide en dos secciones: *Eumonochoria* y *Deutomonochoria*, y a *Heteranthera* en tres secciones: *Protoheteranthera*, *Euheteranthera* y *Heterantheropsis*. La tribu III *Pontederieae* abarca los géneros *Pontederia* y *Reussia*.

Alexander (1937) reconoce a *Zosterella* como un género diferente de *Heteranthera* y funda el género *Eurystemon* a partir de *Heteranthera mexicana*.

Más recientemente, Lowden (1973) realizó la revisión del género *Pontederia*. De acuerdo a la evidencia morfológica, citológica y química obtenida, propuso que *Reussia* se considere como un subgénero de *Pontederia*. Este autor cita el único registro fósil que se conoce dentro de la familia Pontederiaceae. Menciona que *Pontederites* fue descrito de la flora fósil del margen de un lago, de la formación Green River en el noroeste de Colorado y el lago Gosiute en el suroeste de Wyoming. El fósil proviene del Eoceno (hace 54 millones de años). El material fósil es la porción superior de un fragmento de una hoja, la cual asemeja a la característica venación del género viviente *Pontederia*.

Horn (1985, citado por Rosatti 1987), realizó la revisión de *Heteranthera* (sensu lato) usando varios métodos sistemáticos y análisis cladísticos de poblaciones y especies respectivamente. Sin embargo, para Rosatti no fue suficientemente convincente y no estuvo de acuerdo con Horn en los resultados alcanzados. Para este autor los datos presentados no apoyan el reconocimiento a nivel genérico de *Heteranthera* y *Zosterella*. Por lo tanto, Rosatti consideró como subgéneros los dos grupos tratados como géneros por Small (1913) y Horn (1985, citado por Rosatti, 1987). Horn (1985) y Rosatti (1987) consideran al género *Eurystemon* como parte de *Heteranthera*.

Eckenwalder y Barrett (1986) en su estudio sobre la sistemática filogenética de la familia Pontederiaceae, incluyeron 34 especies pertenecientes a 8 géneros. Entre los resultados más sobresalientes que encontraron se puede mencionar que la familia Pontederiaceae es un grupo monofilético, cuyo grupo más cercano (sister group) es la

familia Philydraceae. Las Pontederiaceae están divididas en dos grupos monofiléticos, una rama representada por los géneros *Eichhornia-Pontederia* y la otra por *Monochoria-Heteranthera*. Tres de los cuatro géneros principales están también considerados como grupos monofiléticos y *Monochoria* es el más simple y compacto. *Pontederia* es monofilético de acuerdo a su arreglo actual compuesto por dos subgéneros. La rama monofilética del género *Heteranthera* incluye a aquellos géneros que han sido considerados como diferentes, como *Hydrothrix*, *Scholleropsis*, *Eurystemon* y *Zosterella*. El cuarto género principal de las Pontederiaceae, *Eichhornia*, es considerado parafilético.

El género *Monochoria* fue recientemente revisado por Cook (1989). Este autor reconoció ocho especies, cuatro de Asia, dos de África y dos de Australia. Solamente la especie asiática *M. vaginalis*, ha sido registrada como una maleza en los campos de cultivo de arroz de Europa, Norteamérica y en Hawai.

Finalmente, Cook (1990) en su magna obra sobre las plantas acuáticas del mundo, acepta, con un criterio más amplio, nueve géneros y 36 especies para la familia Pontederiaceae: *Eichhornia* (7 spp.), *Eurystemon* (1 sp.), *Heteranthera* (9 spp.), *Hydrothrix* (1 sp.), *Monochoria* (8 spp.), *Pontederia* (4 spp.), *Reussia* (3 spp.), *Scholleropsis* (1 sp.) y *Zosterella* (2 spp.).

Como pudo observarse, uno de los principales retos taxonómicos que plantea la familia Pontederiaceae, es la delimitación genérica, especialmente de aquellos géneros más cercanos a *Heteranthera*, como serían *Eurystemon*, *Hydrothrix*, *Scholleropsis*, *Zosterella* y *Reussia* que es muy afín a *Pontederia*.

OBJETIVOS

Debido a los constantes cambios taxonómicos de algunas especies a diferentes géneros y a que no se han llegado a uniformar los criterios sobre los límites genéricos de las Pontederiaceae, se propuso como objetivo, el hacer una evaluación de las Pontederiaceae mexicanas a través de métodos modernos de análisis taxonómico (fenética y cladística), especialmente porque en nuestro territorio habitan al menos tres de los cinco géneros taxonómicamente problemáticos, como son *Eurystemon*, *Reussia* y *Zosterella*. Para llevar a cabo dicho objetivo, se emprendieron las siguientes acciones:

1) se pretendió comparar estos taxa con el mayor número de especies de la familia Pontederiaceae, de acuerdo a la disponibilidad que se tenía de material botánico e información bibliográfica; 2) se consultó el mayor número de colecciones de plantas acuáticas depositadas en los principales herbarios nacionales y del extranjero; 3) se consideró importante llevar a cabo una colecta del mayor número de especies que habitan en México en sus ambientes naturales, con la finalidad de tener información y materiales de primera mano para realizar los diferentes estudios que en este trabajo aparecen. Al final del escrito, aparece el tratamiento taxonómico en donde ya se ven reflejados los resultados obtenidos de la investigación y se aclara el número de géneros y especies mexicanas pertenecientes a la familia Pontederiaceae.

METODO

A continuación se describen las estructuras analizadas para tomar las decisiones taxonómicas y los métodos de análisis utilizados para evaluar la variabilidad observada.

Semillas. Estas estructuras fueron obtenidas fundamentalmente de ejemplares vivos colectados en su ambiente natural. La mayoría se dejaron secar a temperatura ambiente y almacenadas para su posterior procesamiento. Solamente de aquellas especies que no se pudieron coleccionar en el campo (*Eichhornia heterosperma* y *Heteranthera spicata*), se usó material herborizado. En el caso de *Eichhornia azurea* y *Pontederia rotundifolia*, los ejemplares no tuvieron semillas por lo que no se procesaron estas especies.

Para la observación más detallada de la cubierta seminal, la cual presenta costillas, estriaciones o es lisa, fue usado el microscopio electrónico de barrido (MEB). Las semillas secas se montaron directamente en el porta muestras sobre una cinta de doble adhesivo y fueron recubiertas con carbón en una evaporadora JEOL. Posteriormente se introdujeron a un microscopio marca JEOL. Las fotografías se obtuvieron en película Royal Panromática, TMAX 100 de Kodak o Polaroid Profesional 55.

A continuación se presenta la lista de material utilizado y cuyos ejemplares de respaldo se encuentran depositados en el Herbario Nacional del Instituto de Biología,

Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU).

<i>Eichhornia crassipes</i>	A. Novelo 1079	Guerrero
<i>E. heterosperma</i>	Fassett 28627	El Salvador
<i>E. paniculata</i>	Barrett s.n.	Brasil
<i>Heteranthera dubia</i>	Orozco & González 2	Tabasco
<i>H. limosa</i>	A. Novelo 1067	Oaxaca
<i>H. mexicana</i>	A. Novelo 1016	Tamaulipas
<i>H. oblongifolia</i>	A. Novelo 1066	Oaxaca
<i>H. peduncularis</i>	A. Novelo 1080	Querétaro
<i>H. reniformis</i>	A. Novelo 992	Colima
<i>H. rotundifolia</i>	A. Novelo 1081	Querétaro
<i>H. seubertiana</i>	Breedlove 54427	Chiapas
<i>H. spicata</i>	Moreno 1420	Nicaragua
<i>Pontederia sagittata</i>	A. Novelo 1088	Veracruz

Estigmas. La mayoría de los estigmas fueron obtenidos de plantas vivas colectadas en el campo. Inmediatamente que se colectaron las plantas, se escogieron las estructuras reproductoras en diferentes estados de desarrollo y fueron fijadas en Farmer (Alcohol etílico absoluto y ácido acético en proporción 3:1). Posteriormente fueron transferidas a alcohol absoluto (3 cambios), alcohol absoluto-acetona a concentraciones de 1:1 (3 cambios) y posteriormente se dejaron en acetona al 100%. Se llevaron al punto crítico que consiste en deshidratar las muestras a través de CO₂ líquido en un equipo marca SAMDRID. Una vez secas, se montaron directamente en el portamuestras para ser observadas en el microscopio electrónico de barrido. Se siguió el mismo procedimiento que las semillas para su recubrimiento y observación. Los ejemplares de herbario que respaldan la toma de muestras son las siguientes:

<i>Eichhornia azurea</i>	Calix y Castillo 480	Tabasco
<i>E. crassipes</i>	A. Novelo 1079	Guerrero
<i>E. heterosperma</i>	Matuda 17259	Chiapas
<i>E. paniculata</i>	A. Novelo 1195	Oaxaca

<i>Heteranthera dubia</i>	A. Novelo 799	Tamaulipas
<i>H. limosa</i>	A. Novelo 1067	Oaxaca
<i>H. mexicana</i>	A. Novelo 1016	Tamaulipas
<i>H. oblongifolia</i>	A. Novelo 1066	Oaxaca
<i>H. peduncularis</i>	A. Novelo 1129	Jalisco
<i>H. reniformis</i>	A. Lot y A. Novelo 1194	Hidalgo
<i>H. rotundifolia</i>	A. Novelo 1081	Querétaro
<i>H. seubertiana</i>	Breedlove 54427	Chiapas
<i>H. spicata</i>	Moreno 1420	Nicaragua
<i>H. híbrido</i>	A. Novelo 1097	Morelos
<i>Pontederia sagittata</i>	A. Novelo s.n.	Veracruz
<i>P. rotundifolia</i>	A. Novelo 1090	Veracruz

Polen. Las muestras de polen se obtuvieron del mismo material reproductivo fijado en Farmer y utilizado para el estudio de los estigmas. El proceso para la observación de los granos de polen en el microscopio electrónico de barrido fue el mismo que el usado para las semillas y estigmas. En el caso de los granos que fueron observados en el microscopio óptico, las muestras se obtuvieron de material fijado o de ejemplares de herbario secos. Las muestras fueron acetolizadas de acuerdo al método propuesto por Erdtman (1952). Las laminillas se observaron y fotografiaron en un fotomicroscopio marca CARL ZEISS. Las descripciones que se hicieron de los granos de polen están basadas tanto en las fotografías del MEB, como de las observaciones del fotomicroscopio. El material utilizado para este trabajo corresponde a los siguientes ejemplares:

<i>Eichhornia azurea</i>	A. Lot y A. Novelo 1262	Panamá
<i>E. crassipes</i>	A. Novelo 1079	Guerrero
<i>E. paniculata</i>	A. Novelo 1195	Oaxaca
<i>Heteranthera dubia</i>	A. Novelo 799	Tamaulipas
<i>H. limosa</i>	A. Novelo 1067	Oaxaca
<i>H. mexicana</i>	A. Novelo 1016	Tamaulipas
<i>H. oblongifolia</i>	A. Novelo 1066	Oaxaca
<i>H. peduncularis</i>	A. Novelo 1309	Jalisco

<i>H. reniformis</i>	A. Novelo 935	Colima
<i>H. rotundifolia</i>	A. Novelo 910	Jalisco
<i>H. seubertiana</i>	A. Novelo 1286	Chiapas
<i>Pontederia sagittata</i>	A. Novelo 1088	Veracruz
<i>Pontederia rotundifolia</i>	A. Novelo 1090	Veracruz

Cromosomas. Las especies estudiadas fueron colectadas en el campo y mantenidas vivas en un invernadero. Después de que se adaptaron a dichas condiciones, se obtuvieron los ápices de las raíces secundarias. Se cortaron entre 1 y 2 cm de largo, en el transcurso de la mañana. Posteriormente fueron pretratadas con el mitostático 8-hidroxiquinoleína a una concentración de 0.002 M y se pusieron en la obscuridad por cinco horas a temperatura ambiente (18 a 20°C). Luego se lavaron con agua destilada y se fijaron en Farmer (alcohol etílico absoluto y ácido acético 3:1). Así se mantuvieron hasta su posterior procesamiento.

Cuando se procesaron, las raíces fijadas fueron lavadas con agua destilada y se hidrolizaron con HCl 1N a 60°C durante 15 minutos. Posteriormente se introdujeron en una solución de Feulgen para teñirlas. Se colocaron en la obscuridad por una hora a temperatura ambiente.

Una vez teñidas, los meristemos se cortaron y pusieron en un portaobjetos, se le agregó una gota de aceto-orceína al 1%, se colocó el cubreobjetos y se procedió a realizar el aplastamiento para que las células se separaran y poder observar los cromosomas en metafase. Las preparaciones que contenían un buen número de células con cromosomas, se hicieron permanentes de acuerdo con el método del hielo seco de Conger y Fairchild (1953). Una vez deshidratadas en alcohol etílico absoluto, se les añadió una gota de bálsamo de Canadá y se le colocó el cubreobjetos nuevamente. Las preparaciones se dejaron secar en un horno a 30°C por una semana.

Las fotos de los cromosomas se obtuvieron a través de un fotomicroscopio Axioskop CARL ZEISS y una cámara CONTAC. Los ejemplares de referencia de esta parte del trabajo son los siguientes:

<i>Eichhornia azurea</i>	A. Novelo s.n.	Tabasco
<i>E. crassipes</i> (flor blanca)	A. Novelo 1107	Veracruz

<i>Heteranthera dubia</i>	A. Novelo 1115	Oaxaca
<i>H. limosa</i> (flor morada)	A. Novelo 1067	Oaxaca
<i>H. limosa</i> (flor morada)	A. Novelo 1069	Chiapas
<i>H. limosa</i> (flor blanca)	A. Novelo 1062	Morelos
<i>H. oblongifolia</i>	A. Novelo 1066	Oaxaca
<i>H. reniformis</i>	A. Novelo 1096	Morelos
<i>H. rotundifolia</i>	A. Novelo 1070	Chiapas
<i>H. rotundifolia</i>	A. Novelo 1061	Morelos
<i>H. seubertiana</i>	A. Novelo s.n.	Chiapas
<i>H. híbrido</i>	A. Novelo 1097	Morelos
<i>Pontederia sagittata</i>	I. Calzada 17554	Veracruz
<i>Pontederia rotundifolia</i>	A. Novelo 1090	Veracruz

Ejemplares de herbario. Durante el desarrollo de este trabajo, se elaboró una base de datos para México de la familia Pontederiaceae a partir de los ejemplares depositados en los principales herbarios nacionales (11 herbarios), así como de aquellos fuera del país con importantes colecciones de plantas mexicanas (25 herbarios). Hasta el momento se cuenta ya con 967 registros de Pontederiaceae mexicanas. Dichas colectas están mencionadas después de la descripción de cada una de las especies, en el tratamiento taxonómico. Para este trabajo se hicieron colectas especiales en varios estados de la república tratando de coleccionar a todas las especies reportadas para México en sus ambientes naturales. De este esfuerzo se llevaron a cabo 75 colectas de casi todas las especies aquí tratadas, con la excepción de *Eichhornia heterosperma* y *Heteranthera spicata*, las cuales a pesar de que se buscaron en las localidades donde previamente se habían registrado, la búsqueda resultó infructuosa. A continuación se enlistan los herbarios de donde se consultó material:

- A** Arnold Arboretum of Harvard University, Cambridge, Massachusetts, E.U.A.
ARIZ University of Arizona, Tucson, Arizona, E.U.A.
B Botanischer Garten und Botanisches Museum, Berlin-Dahlem, Berlín, Alemania.
BM British Museum (Natural History), Londres, Inglaterra.

- BR** Jardin Botanique National de Belgique, Meise, Bélgica.
- C** Botanical Museum and Herbarium, Copenhague, Dinamarca.
- CAS** Department of Botany, California, California Academy of Sciences, San Francisco, California, E.U.A.
- CHAPA** Herbario-Hortorio, Rama de Botánica, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- CBE** Comisión Botánica Exploradora del Estado de México, Metepec, Estado de México.
- CR** Herbario Nacional de Costa Rica, Museo Nacional, San José, Costa Rica.
- CSAT** Antiguamente era el Colegio Superior de Agricultura Tropical de Tabasco, ahora del Colegio de Posgraduados de Chapingo, Cárdenas, Tabasco.
- DUKE** Department of Botany, Duke University, Durham, North Carolina, E.U.A.
- ENCB** Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal, México.
- F** John G. Searle Herbarium, Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois, E.U.A.
- G** Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève, Ginebra, Suiza.
- GH** Gray Herbarium of Harvard University, Cambridge, Massachusetts, E.U.A.
- HAL** Sektion Biowissenschaften, Martin-Luther-Universität, Halle (Saale), Alemania.
- HUMO** Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México.
- IBUG** Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- IEB** Instituto de Ecología, Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México.
- IZTA** Departamento de Biología Experimental, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Los Reyes, Estado de México, México.
- K** Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Inglaterra.
- LINN** Linnean Society of London, Londres, Inglaterra.
- LL** Lundell Herbarium, Texas Research Foundation, Texas, E.U.A.

M	Botanische Staatssammlung, Munchen, Alemania.
MA	Real Jardín Botánico, Madrid, España.
MEXU	Herbario Nacional de México, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.
MICH	University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, E.U.A.
MO	Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, E.U.A.
NY	New York Botanical Garden, Bronx, New York, E.U.A.
PR	Botany Department, National Museum in Prague, Praga, Checoslovaquia.
TEX	Department of Botany, Plant Resources Center, University of Texas, Austin, Texas, E.U.A.
UAMIZ	Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Distrito Federal, México.
US	United States National Herbarium, Department of Botany, Smithsonian Institution, Washington, DC., E.U.A.
XAL	Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México.
WIS	Department of Botany, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, E.U.A.

Fenética. Esta parte del trabajo se basó principalmente en material fresco que se colectó en el campo, de material cultivado que se mantuvo vivo en un invernadero, de material fijado en FARMER y en menor grado de ejemplares de herbario y de información bibliográfica. El análisis se realizó exclusivamente de las especies que hasta el momento se conoce que habitan el territorio nacional (15 especies y un híbrido putativo). Se trató, hasta donde fue posible, de usar ejemplares colectados en México, pero en algunas excepciones se utilizó o complementó la información con material extraterritorial.

La lista de los estados de carácter abarcan caracteres morfológicos de todas las partes de las plantas, tipos, formas, posiciones, arreglos, colores, emergencias, intervalos de medidas o número de partes, recuentos cromosómicos, ornamentación y estructura de los granos de polen, etc. A continuación se presenta la lista de los caracteres usados y la matriz resultante. El total de caracteres usados fue de 169 y fueron codificados como binarios o multiestado.

La matriz estuvo compuesta por 169 hileras (caracteres) y 15 columnas (OTU's,

representados por las especies de Pontederiaceae presentes en México) y se corrió en una computadora PC 486 (33 Mh). Se usó el paquete NTSYS "Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System", versión 1.8. Se utilizó el programa SIMQUAL para obtener una matriz de similitud utilizando el coeficiente de similitud SM (SIMPLE MATCHING COEFFICIENT). Esta matriz fue posteriormente analizada utilizando el programa SAHN para obtener un dendrograma que muestra el arreglo de las especies con base en la similitud total.

Los caracteres y los estados evaluados son los siguientes:

(1= sí o presente, 0= no o ausente, 9= desconocido o no se aplica)

Duración	17) no inflado
1) anual	18) ápice pubescente
2) perenne	Arreglo de las hojas
Forma de vida	19) basales o equitantes
3) enraizada emergente	20) alternas
4) enraizada sumergida	21) arrosietadas
5) enraizada con los tallos rastreros	Emergencias en las láminas
6) libre flotadora	22) glandular pubescentes
Rafces	Tipo de nervación
7) sistema radical fibroso	23) campilódroma
8) raíces adventicias	24) paralela
Tallos	Forma de la hoja (largo:ancho)
9) estoloníferos	25) linear (5:1 ó >) = 5,6,7, etc.
10) sin ramificación	26) ovada (3:2) = 1.5-2.9
11) ramificado	27) circular (1:1) = 1-1.49
Hojas	28) oblata (2:3) = 0.66-0.99
12) vernación convoluta	Base de la hoja
13) porrecta (saliente) tipo <i>Zosterella</i>	29) cordata
Pecíolo	30) sagitada
14) presente	31) obtusa (> de 90°)
15) ausente	32) atenuada (< de 45°)
16) inflado	33) cuneada (45 a 90°)

- Apice de la hoja
- 34) acuminado (< de 45°)
 - 35) agudo (45 a 90°)
 - 36) obtuso (> de 90°)
- Hojas adultas
- 37) sumergidas
 - 38) emergidas
- Espata inferior
- 39) reducida
 - 40) de igual forma que las hojas
- Espata superior
- 41) infundibuliforme (cerrada 1/2 a 2/3 de su longitud)
 - 42) abierta (cerrada 1/3 ó < de su longitud)
- Forma de la espata superior disectada
- 43) linear
 - 44) elíptica
 - 45) estrechamente-elíptica
 - 46) obovada
 - 47) ovada
 - 48) subulada
- Apice de la espata superior
- 49) mucronulado
 - 50) entero (sin mucrón)
- Relación largo:ancho de la espata superior sin disectar
- 51) 5 ó <
 - 52) 5.1 a 9.9
 - 53) 10 ó >
- Longitud del entrenudo entre las espatas
- 54) 3.9 mm ó <
 - 55) 4 a 10 mm
 - 56) 1.1 a 4.5 cm
 - 57) 4.6 a 10 cm
 - 58) 10.1 ó >
- Pedúnculo floral
- 59) pubescente
 - 60) glabro
 - 61) igual o más corto que la espata superior
 - 62) más largo que la espata superior
- Inflorescencia
- 63) simple
 - 64) compuesta
 - 65) espiga de espigas
 - 66) espiga de espigas reducidas
 - 67) pseudoespiga
 - 68) espiga
 - 69) biflora
- Número de flores por inflorescencia
- 70) 1
 - 71) 2
 - 72) 3 a 10
 - 73) 11 a 40
 - 74) 41 ó >
- Disposición de las flores en la inflorescencia
- 75) solitarias a lo largo del pedúnculo
 - 76) en grupos a lo largo del pedúnculo
- Flores
- 77) actinomorfas
 - 78) zigomorfas
- Tipo de pubescencia en la parte externa del perianto

- 79) piloso-glandulares
 80) piloso-multicelulares
 81) glabras
- Tubo floral**
 82) más largo que la espata superior
 83) más corto que la espata superior
- Tépalos**
 84) azul, lila, violeta o morado
 85) blancos
 86) amarillos
 87) con el borde fimbriado
 88) con el borde entero
- Arreglo de los tépalos**
 89) 5+1
 90) 3+3
 91) lóbulo medio superior maculado
 92) ningún lóbulo maculado
 93) lóbulo medio inferior más delgado que el medio superior
 94) lóbulo medio inferior más ancho que el medio superior
 95) ápice de los lóbulos agudo (45 a 90°)
 96) ápice de los lóbulos obtuso (90° ó >)
- Número de estambres**
 97) 6
 98) 3
- Filamentos**
 99) glandular-pubescentes
 100) con pelos multicelulares
 101) alguno de ellos glabros
- 102) inflados
 103) rectos (no inflados)
 104) ensanchados
 105) misma longitud
 106) diferente longitud
- Anteras**
 Proporción entre la grande y la chica o entre las de los filamentos largos y cortos
 107) 1 ó <
 108) 1.1 a 2
 109) 2.1 a 3
 110) 3.1 ó >
 111) monomórficas
 112) dimórficas
 113) basifijas
 114) versátiles
 115) amarillas
 116) pardas
 117) enrollándose después de la antesis
 118) rectas después de la antesis
- Ovario**
 119) con nectarios septales
 120) trilocular
 121) unilocular
- Estilo**
 122) glandular-pubescente
 123) glabro
 124) coloreado
 125) sin color
 126) estilos de diferentes tamaños
- Estigma**
 127) ventral

- 128) apical
- Ovulos
- 129) numerosos
- 130) solitario
- Placentación
- 131) axilar
- 132) parietal-intrusiva
- 133) apical
- Fruto
- 134) dehiscente
- 135) indehiscente
- 136) una cápsula
- 137) un utrículo
- 138) madura en el aire
- 139) madura en el agua
- 140) perigonio liso
- 141) perigonio con dientes
- 142) perigonio con espinas
- Semillas
- 143) numerosas (> de 10 por fruto)
- 144) solitarias
- 145) lisas
- 146) ornamentadas
- 147) esféricas (largo:ancho 1 a 1.2)
- 148) elipsoides (largo:ancho 1.21 a 2)
- 149) cilíndricas (largo:ancho 2.1 ó >)
- 150) cónicas
- 151) diferente tamaño en el mismo fruto
- 152) igual tamaño en el mismo fruto
- Granos de polen
- 153) diferente tamaño en la misma flor
- 154) + ó - del mismo tamaño en la
- misma flor
- 155) en mónadas
- 156) en tétradas
- 157) ornamentación verrugada
- 158) ornamentación micro-verrugada
- 159) ornamentación rugulada
- 160) estructura tectada
- 161) estructura intectada
- 162) estructura atectada
- Cromosomas
- 163) número base $n=7$ u 8
- 164) número base $n=14, 15$ ó 16
- Intervalo altitudinal de distribución
- 165) 0 a 500 m
- 166) 501 a 1000 m
- 167) 1001 a 1500 m
- 168) 1501 a 2000 m
- 169) 2000 ó >

Matriz usada para el análisis fenético de las Pontederiaceae mexicanas

"Son 169 caracteres (hileras) y 15 OTUs (columnas)".

1 169 15L 1 9

* Eazu Ecra Ehet Epan Hmex Hlim Hobl Hped Hren Hseu Hspi Prot Psag Zdub Hrot.

001	0 0 0 1 1 1 1 9 9 1 1 0 0 1 1	022	0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
002	1 1 1 0 0 9 0 9 1 0 0 1 1 1 0	023	1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1
003	0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0	024	0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0
004	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0	025	0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0
005	1 0 1 0 0 9 1 1 1 0 0 1 0 0 1	026	0 0 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1
006	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	027	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1
007	0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0	028	1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0
008	1 0 1 0 0 9 1 1 1 1 0 1 0 1 1	029	0 0 0 1 9 0 1 1 1 9 1 1 0 9 0
009	0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0	030	0 0 0 0 9 0 0 0 0 9 0 0 1 9 0
010	0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0	031	1 1 0 0 9 1 0 0 0 9 0 0 0 9 1
011	1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1	032	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
012	1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1	033	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
013	0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0	034	0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0
014	1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1	035	0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1
015	0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0	036	1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 1
016	0 1 0 0 9 0 0 0 0 9 0 0 0 9 0	037	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
017	1 1 1 1 9 1 1 1 1 9 1 1 1 9 1	038	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1
018	0 0 0 0 9 0 0 0 0 9 1 0 0 9 0	039	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
019	0 0 0 1 1 1 0 0 0 9 1 0 1 0 0	040	1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
020	1 0 1 0 0 9 1 1 1 1 0 1 0 1 1	041	0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1
021	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	042	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0

* Clave de las especies: Eazu (*Eichhornia azurea*); Ecra (*E. crassipes*); Ehet (*E. heterosperma*); Epan (*E. paniculata*); Hmex (*Heteranthera mexicana*); Hlim (*H. limosa*); Hobl (*H. oblongifolia*); Hped (*H. peduncularis*); Hren (*H. reniformis*); Hseu (*H. seubertiana*); Hspi (*H. spicata*); Prot (*Pontederia rotundifolia*); Psag (*P. sagittata*); Zdub (*Zosterella dubia*) y Hrot (*H. rotundifolia*).

043	0000000000000010	075	011019111111099
044	0100001010000000	076	101109000000199
045	000011010110101	077	000001000000010
046	101000000001000	078	111110111111101
047	010000000000000	079	111111110110100
048	000100000000000	080	00000000001000
049	110111011111011	081	00000001000011
050	001000100001000	082	000001000000011
051	111100101001001	083	111110111111100
052	001011010110100	084	111111110101101
053	000000000000010	085	010001001010100
054	010000010010010	086	000000000000010
055	000100000000000	087	100000000000000
056	101011101100001	088	011111111111111
057	000010000001000	089	000101111110001
058	000000000000100	090	111101000001110
059	100119000111199	091	111111111191101
060	0110091111000099	092	00000000090010
061	001009101001099	093	119110111111190
062	111119010110199	094	009001000000091
063	000001000000011	095	100111111111111
064	1111101111111100	096	111000000000000
065	000109000000099	097	111100000001100
066	100009000000099	098	000011111110011
067	001009000000199	099	110111100011101
068	010019011111099	100	000000011000000
069	000009100000099	101	001000000111010
070	000001000000011	102	000010000000000
071	000000100000000	103	111101111101100
072	001000011111000	104	000000000010011
073	111110010010000	105	000001000000010
074	000000000000100	106	111111111111101

107	0 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0	139	9 1 9 0 0 1 1 1 1 0 0 9 0 1 1
108	1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1	140	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1
109	0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0	141	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
110	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	142	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
111	1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0	143	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1
112	0 0 0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1	144	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0
113	0 0 0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1	145	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0
114	1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0	146	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1
115	9 0 9 1 1 1 1 1 1 1 9 0 0 1 1	147	9 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0
116	9 1 9 0 1 0 0 0 0 0 1 9 1 0 1	148	9 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1
117	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	149	9 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
118	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1	150	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0
119	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0	151	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 9 9 0 0
120	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	152	1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 9 9 1 1
121	0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	153	9 1 9 0 0 0 0 0 0 0 0 9 1 1 0 0
122	0 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 1 0 0	154	9 0 9 1 1 1 1 1 1 1 9 0 0 1 1
123	1 0 1 0 0 0 0 1 0 1 1 0 1 1 1	155	1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0
124	9 1 9 1 1 1 1 1 1 0 1 9 1 1 1 1	156	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
125	9 0 9 0 0 0 0 0 0 1 0 9 0 0 0 0	157	1 0 1 0 1 0 1 1 1 1 9 0 1 1 0
126	1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0	158	0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 9 1 0 0 0
127	0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0	159	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 9 0 0 0 1
128	1 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1	160	0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 9 0 1 0 1
129	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1	161	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 9 1 0 1 0
130	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0	162	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 9 0 0 0 0
131	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	163	1 0 0 1 9 1 1 9 0 1 1 0 1 0 1
132	0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1	164	0 1 1 0 9 0 0 9 1 0 0 1 0 1 0
133	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0	165	1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1
134	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1	166	0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1
135	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0	167	0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1
136	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1	168	0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 1 1
137	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0	169	0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1
138	9 0 9 1 1 0 0 0 0 0 1 1 9 1 0 0		

Cladística. De la lista de caracteres usados en el análisis fenético se hizo una revisión y adecuación para elaborar la lista usada para el análisis cladístico. La resultante quedó integrada por 52 estados de carácter, de los cuales 13 fueron multiestado (con más de dos estados). El análisis filogenético se llevó a cabo utilizando el programa PAUP, versión 2.4 para PC (Swofford, 1985). La computadora usada fue una PC 486 (33 Mh). El programa se aplicó mediante el método interactivo con la opción llamada "MULPARS"; con lo cual se lleva a cabo una búsqueda no exhaustiva de los cladogramas más parsimoniosos. Las especies utilizadas para el análisis abarcan a todas las Pontederiaceae mexicanas; de acuerdo a la disponibilidad de información y material de estudio (ejemplares de herbario y material fijado en alcohol principalmente) se adicionaron además las especies no mexicanas de *Pontederia*, el mayor número de especies de *Eichhornia* que se pudieron estudiar y todas las especies de *Heteranthera*. El conjunto interno está conformado por cuatro especies de *Eichhornia*, cinco especies de *Pontederia* (incluyendo *Reussia*) y doce especies de *Heteranthera* (incluyendo *Eurystemon* y *Zosterella*). Los cladogramas resultantes fueron enraizados utilizando el criterio del grupo externo (Watrous y Wheeler, 1981), usando como grupo externo al género *Monochoria* (*M. korsakowii* E. Regel & Maack, Pontederiaceae). Este género fue usado como grupo externo siguiendo las ideas de Cook (1989), quien considera a *Monochoria* como uno de los grupos más primitivos dentro de la familia.

La información se obtuvo de material fijado en Farmer, ejemplares de herbario y de información disponible en la literatura. Se trató, hasta donde fue posible, de utilizar las características de las especies mexicanas cuando éstas variaban con respecto a los reportes de la literatura de otras partes del continente americano.

A continuación aparece la tabla de caracteres utilizados y la matriz resultante.

Caracteres y estados de caracteres utilizados en el análisis filogenético de las Pontederiaceae.

1) Duración	0 = anual	1 = perenne
2) Aspecto del tallo	0 = erecto	1 = rastrero
3) Ramificación del tallo	0 = no	1 = si

- | | | |
|---|----------------------------------|---|
| 4) Tipo de raíz predominante | 0 = fibrosa | 1 = adventicia |
| 5) Tipo de vernación | 0 = porrecta | 1 = convoluta |
| 6) Tipo de hoja | 0 = peciolada | 1 = sésil |
| 7) Arreglo de las hojas | 0 = basales | 1 = alternas 2 = arrosetadas |
| 8) Pubescencia de las láminas | 0 = ausente | 1 = presente |
| 9) Tipo de nervación | 0 = campilódroma | 1 = paralela |
| 10) Borde de la lámina | 0 = recto | 1 = arqueado |
| 11) Tipo de base de la hoja | 0 = cordata | 1 = sagitada 2 = obtusa 3 = cuneada |
| | 4 = atenuada | |
| 12) Tipo de ápice de la hoja | 0 = redondeado | 1 = puntiagudo |
| 13) Espata superior | 0 = cerrada | 1 = abierta |
| 14) Forma de la espata superior cuando está abierta | 0 = linear | 1 = elíptica 2 = estrechamente-elíptica |
| | 3 = obovada | 4 = ovada 5 = subulada |
| | 6 = igual a las hojas | |
| 15) Apice de la espata superior | 0 = entero | 1 = mucronulado 2 = agudo |
| 16) Entrenudo entre las espatas | 0 = nulo | 1 = evidente |
| 17) Pubescencia del pedúnculo | 0 = ausente | 1 = presente |
| 18) Tamaño del pedúnculo en relación a la espata superior | 0 = más largo | 1 = igual o más corto |
| 19) Tipo de inflorescencia | 0 = compuesta | 1 = simple |
| 20) Tipo de inflorescencia compuesta | 0 = espiga de espigas | 1 = espiga de espigas reducidas |
| | 2 = pseudoespigas | 3 = espigas 4 = bifloras |
| 21) Agrupamiento de las flores a lo largo del pedúnculo | 0 = en grupos | 1 = solitarias |
| 22) Simetría de las flores | 0 = radial | 1 = bilateral |
| 23) Pubescencia del perianto | 0 = ausente | 1 = presente |
| 24) Tamaño del tubo floral en relación a la espata superior | 0 = más corto | 1 = más largo |
| 25) Color del perianto | 0 = azul, violeta, lila o morado | 1 = blanco 2 = amarillo |

26) Arreglo de los tépalos	0 = 3 + 3	1 = 5 + 1	
27) Tépalos medio más delgado	0 = superior	1 = inferior	
28) Número de estambres	0 = 6	1 = 3	
29) Pubescencia de los filamentos	0 = ausente	1 = presente	
30) Tipo de pubescencia	0 = glandular	1 = septado	
31) Forma de los filamentos	0 = rectos	1 = ensanchados	2 = inflados
32) Forma de las anteras	0 = monomorfas	1 = dimorfas	
33) Tipo de antera	0 = basifijas	1 = dorsifijas	
34) Color de las anteras	0 = amarillas solamente	1 = amarillas y con otro color	2 = otro color pero no amarillas
35) Pubescencia del estilo	0 = ausente	1 = presente	
36) Estilo coloreado	0 = presente	1 = ausente	
37) Tamaño del estilo	0 = monostilo	1 = heterostilo	
38) Posición del estigma	0 = apical	1 = lateral	
39) Número de óvulos	0 = numerosos	1 = solitarios	
40) Ovario	0 = trifolocular	1 = unilocular	
41) Placentación	0 = axilar	1 = parietal	2 = apical
42) Lóculos abortados	0 = ninguno	1 = dos	
43) Tipo de fruto	0 = cápsula	1 = utrículo	
44) Maduración del fruto	0 = aérea	1 = acuática	
45) Tipo de perigonio	0 = liso	1 = ornamentado	
46) Superficie de las semillas	0 = lisa	1 = ornamentada	
47) Forma de la semilla	0 = esférica	1 = elipsoide	2 = cónica
	3 = cilíndrica		
48) Tamaño del polen en la misma flor	0 = igual	1 = diferente	
49) Arreglo de los granos de polen	0 = mónadas	1 = tétradas	
50) Número cromosómico haploide (n)	0 = 7,8	1 = 14, 15 ó 16	2 = 26
51) Ornamentación de la exina	0 = verrugada	1 = microverrugada	2 = rugulada
	3 = psilada		
52) Estructura de la exina	0 = tectada	1 = intectada	2 = atectada

Matriz de datos utilizada en el análisis cladístico de las Pontederiaceae.

IMUL.PAU Especies de Pontederiaceae mexicanas data set (0 al 6 = estados de caracteres, y 9 = no aplica o no se tiene la información).

param notu=22 nchar=52 treeout=2 root=outgroup outwidth=80 echo

statrep beep nocc otulab=left release describe missing=9;

data (a8,a1,1x,52i1)

```

Moko * 111110100101162000000009090090101090000000101300200
Eazu 1111101001201311100101100010100011091000000901990002
Ecra 1000102001201110000311100010100012101000000101110112
Ehet 1111101001301301000201100090090019099000000901390102
Epan 0000100010115111000011000101000101010000001000012
Hlim 0010100001211211991990110001100100100101100101101020
Hmex 0010010110911211100311100111102101100001100001000900
Hmul 0111101001001210000311000111110101100001100101100100
Hobl 0111101001011101010411100111100010100001100101100000
Hped 0111101001011210000311100111110100000001100101100900
Hren 1111101001001111010311001111110100110101100101100100
Hrot 0111101001200211991991010101100101000001100101101020
Hseu 0010010110911211100311100111092101000101100001000000
Hspi 000010010101121010031110111101109090001100001099099
Hcal 01111010010112100003110001110901011900011000101100900
Hzos 1111011010910219010411010111092100090001100101100099
Prot 1111101001001301110311100010101102101011211910210111
Psg 1000100001110211100201100010100112101011211010210000
Pcor 1000100001011211100201100010100012101011211010210030
Ppar 1000100001011911100201101090100912190011211010990099
Psub 1111101001309911900991100090100912991011211119910999
Hdub 1111011010910010991990012091091000000001100101000101

```

unordered 7,11,14,15,20,25,31,34,41,47,50,51,52;

interact;

end;

* Clave de las especies: Moko (*Monochoria korsakowii*); Eazu (*Eichhornia azurea*); Ecra (*E. crassipes*); Ehet (*E. heterosperma*); Epan (*E. paniculata*); Hcal (*Heteranthera callaefolia*); Hdub (*H. dubia*); Hlim (*H. limosa*); Hmex (*H. mexicana*); Hmul (*H. multiflora*); Hobl (*H. oblongifolia*); Hped (*H. peduncularis*); Hren (*H. reniformis*); Hrot (*H. rotundifolia*); Hseu (*H. seubertiana*); Hspi (*H. spicata*); Hzos (*H. zosterifolia*); Pcor (*Pontederia cordata*); Ppar (*P. parviflora*); Prot (*P. rotundifolia*); Psg (*P. sagittata*); Psub (*P. subovata*).

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación, se describirán todas las características que fueron utilizadas en los análisis fenético y cladístico. También se incluye en cada una la información bibliográfica relevante en caso de que exista y se hace una comparación con lo encontrado en este trabajo. Algunas características son reportadas por primera vez y por lo tanto no se hace referencia a la literatura.

Caracteres morfológicos.

Duración. Desde el punto de vista filogenético, se acepta ampliamente que la condición primitiva es la perenne y la anual se derivó de ésta (Stebbins, 1974; Dahlgren et al., 1985). Las plantas acuáticas básicamente se pueden dividir entre estas dos condiciones. Dentro de las anuales, la mayoría vive en hábitats dulceacuícolas efímeros, en donde cada año se llenan de agua de lluvia por unos cuantos meses y posteriormente desaparecen. Estos hábitats los podemos encontrar en México tanto en climas templados como en los cálidos. Entre las especies de Pontederiaceae anuales están *Eichhornia paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. rotundifolia*, *H. seubertiana* y *H. spicata*. Por el contrario, las especies perennes son típicas de hábitats que mantienen agua todo el año, como son lagos continentales, ríos, pantanos, y son principalmente de clima caliente. Sin embargo, en algunas ocasiones pueden también encontrarse en ambientes acuáticos temporales. Entre las especies con estas características están *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *E. heterosperma*, *Pontederia rotundifolia*, *P. sagittata* y *Heteranthera dubia*. Un caso especial es *Heteranthera reniformis*, la cual es frecuente encontrarla en ambientes acuáticos con agua durante todo el año y es la única especie del género *Heteranthera* con este tipo de comportamiento. Otra excepción dentro del género *Heteranthera* estuvo representado por un híbrido putativo entre *H. peduncularis* x *H. reniformis* colectado en el estado de Morelos, ya que se mantuvo vivo por más de dos años bajo condiciones de invernadero y todo el tiempo estuvo creciendo y produciendo inflorescencias. Otro híbrido, encontrado en el estado de Michoacán (Rzedowski 43582), a pesar de los esfuerzos que se realizaron por colectarlo recientemente, fueron vanos, por lo que se cree que dicho

híbrido ya desapareció de su ambiente natural donde fue formado. Otro caso también importante de mencionar es el caso del lirio acuático, *Eichhornia crassipes*, que bajo algunas condiciones muy particulares, se comporta como anual, especialmente porque en algunos canales, drenes, reservorios artificiales e inclusive lagunas costeras, al secarse el agua en los primeros o entrarle agua salada en el último, hacen que el lirio muera.

Forma de vida. Quizá la característica más familiar de la vegetación acuática en su hábitat natural, es la zonificación que presentan las formas de vida y que se ubican de manera paralela a los bordes de los lagos, pantanos, charcas, canales y ríos. En una secuencia típica, las comunidades totalmente sumergidas ocupan los sitios más profundos, en una zona intermedia estarían las comunidades de hojas flotantes, las cuales son substituidas por las enraizadas emergentes, las cuales ocupan la zona marginal (Sculthorpe, 1967).

Importantes diferencias morfológicas, anatómicas y fisiológicas se pueden encontrar entre las plantas expuestas al ambiente terrestre y las que viven totalmente sumergidas. Por lo tanto, el encontrar una gran diversidad de formas de vida en una sola familia y saber que papel han jugado en la evolución del grupo y en la colonización de los ambientes acuáticos, es un punto que aún está por estudiarse. Es frecuente encontrar en el conjunto de plantas acuáticas, la predominancia de una sola forma de vida, ya sea la enraizada de hojas flotantes en Nymphaeaceae; libremente flotadoras en Lemnaceae; enraizadas sumergidas en Potamogetonaceae, Najadaceae, Zannichelliaceae, Ceratophyllaceae, etc., pero en muy pocos casos, formas de vida tan diversas solamente se encuentran en unas cuantas familias, como Alismataceae, Hydrocharitaceae y Pontederiaceae.

Las especies de Pontederiaceae en México, se pueden dividir en cuatro categorías, de acuerdo con la forma de vida que presentan, según la clasificación de Sculthorpe (1967), modificada por Dalton y Novelo (1983). Las categorías encontradas son: 1) Enraizada emergente. Cuando la planta se encuentra enraizada al sedimento y emerge del agua de manera erecta, manteniendo parte de sus tallos, hojas y órganos reproductores fuera del agua. Entre las especies de esta categoría tenemos a *Eichhornia paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. seubertiana*, *H. spicata* y *Pontederia*

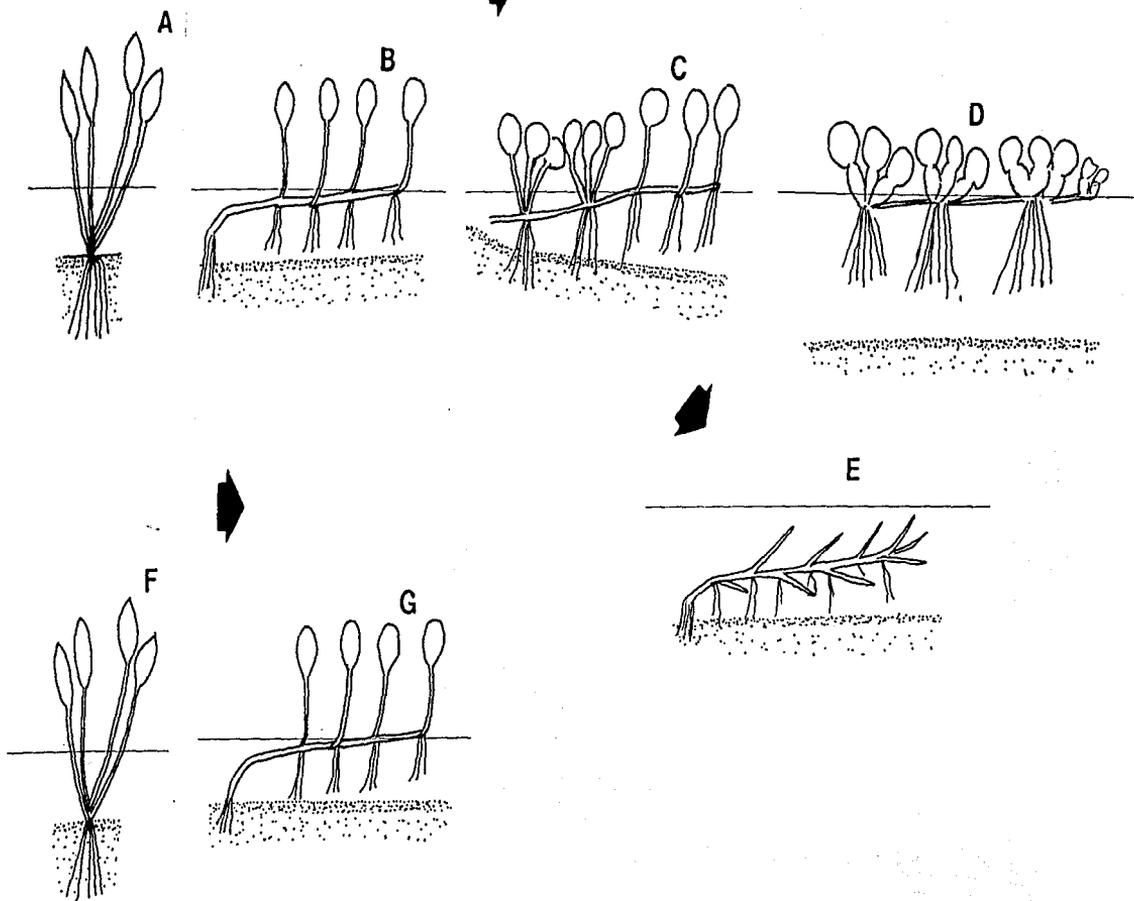


Figura 3. Diagrama de las posibles tendencias evolutivas en las formas de vida de las Pontederiaceae. A-E Especies perennes. A. Enraizada emergente, B y C. Enraizadas de tallo postrado, D. Libre flotadora, E. Enraizada sumergida. F-G Especies anuales. F. Enraizada emergente, G. Enraizada de tallo postrado. También se pueden ver los tipos de raíces predominantes, fibrosas en A,C,D,F y adventicias en B,C,E y G.

sagittata (ver figuras 3a y 3f). 2) Enraizada sumergida. Cuando la planta se encuentra enraizada al sedimento y sus tallos y hojas están dentro del agua. Solamente salen del agua las flores. La única especie mexicana que presenta esta forma de vida es *Heteranthera dubia* (figura 3e). En algunos sitios temporales, *H. dubia* puede crecer erecta fuera del agua y presentar flores, aunque su tamaño es menor. Cuando se colectó por primera vez a *Heteranthera seubertiana* se encontró totalmente sumergida y al mantenerse en cultivo en un invernadero, llegó a reproducirse cuando todas sus estructuras vegetativas estuvieron dentro del agua, solamente salieron al aire un par de inflorescencias. Sin embargo, la siguiente ocasión que se colectó en el campo, la planta estaba totalmente erecta y crecía en suelo saturado de agua, presentaba gran cantidad de inflorescencias y frutos fuera del agua. Por su crecimiento más vigoroso y mayor número de inflorescencias, se decidió mantener a esta especie en la forma de vida de las enraizadas emergentes como la forma de vida predominante (ver figura 3f). 3) Enraizada con los tallos rastreros. Cuando la planta se encuentra enraizada en un extremo del tallo y el resto de él se mantiene flotando sobre la superficie del agua. Las hojas van saliendo alternas y se mantienen erectas sobre el agua al igual que las inflorescencias. Esta fue la forma de vida predominante de las Pontederiaceae, entre ellas están: *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma*, *Heteranthera oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. rotundifolia*, *Pontederia rotundifolia* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *reniformis* (ver figuras 3b y 3g). 4) Libremente flotadora. Esta forma de vida corresponde a las plantas que se mantienen flotando sobre la superficie del agua, el tallo y las raíces se encuentran sumergidas en la masa de agua y solamente las hojas y flores quedan expuestas al aire. Esta forma de vida estuvo representada exclusivamente por *Eichhornia crassipes* (ver figura 3d).

Si partimos de la idea que las plantas más primitivas son perennes (Stebbins, 1974; Dahlgren, et al., 1985), podemos proponer en este trabajo, cual pudo haber sido el sentido de la evolución de las formas de vida de las Pontederiaceae. Una tendencia principal estaría representada por aquellas especies enraizadas emergentes que viven en el borde de los ambientes acuáticos, con agua todo el año (ver figura 3a). De las especies mexicanas, la única que vive de esta forma es *Pontederia sagittata*. El siguiente paso estaría ilustrado por aquellas especies de tallos postrados sobre el agua, que aunque están enraizados en alguno de sus extremos, la gran mayoría están flotando y

les permiten colonizar las partes más profundas del cuerpo de agua. Aquí están representadas *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma* y *P. rotundifolia* (ver figura 3b). Posteriormente tenemos una subdivisión de las formas de vida, una representada por las que se encuentran totalmente sumergidas con las hojas acintadas, como *Heteranthera dubia* (ver figura 3e) y la otra, que mantiene flotando sus tallos, en los cuales se empiezan a agrupar varias hojas en los nudos, dando el aspecto de estolones, como es el caso de *Heteranthera reniformis* (ver figura 3c). Al final de esta tendencia se encontraría *E. crassipes*, la cual vive flotando libremente sobre la superficie del agua, perdiendo la dependencia del terreno sólido del borde y adaptándose perfectamente a los cambiantes niveles de agua (ver figura 3d).

La segunda tendencia, la cual se originó muy probablemente de la primera, estaría representada por las especies enraizadas emergentes pero de duración anual, que habitan los bordes de ambientes acuáticos o en charcas someras. Está representada principalmente por varias especies de *Heteranthera* (*H. limosa*, *H. mexicana*, *H. seubertiana*, *H. spicata*) y *Eichhornia paniculata* (ver figura 3f). Al igual que las perennes, el siguiente paso estaría representado por las enraizadas de tallos postrados, en donde encontramos a *Heteranthera oblongifolia*, *H. peduncularis* y *H. rotundifolia* (ver figura 3g).

Estas tendencias aquí propuestas para la familia Pontederiaceae, están muy relacionadas con lo expuesto por Stebbins (1974), en el sentido de que las características más distintivas de las monocotiledóneas están asociadas con la estructura anatómica y el método de crecimiento de las plantas adultas. La ausencia o el pobre desarrollo del meristemo cambial ha tenido tres consecuencias: a) restringe grandemente la habilidad del tallo a engrosarse, b) la ausencia de un cilindro vascular sólido hace que los tallos jóvenes sean débiles y por lo tanto no puedan crecer hacia arriba exitosamente a menos que hayan adquirido previamente un mayor engrosamiento y c) los vástagos de las monocotiledóneas pueden elongarse más rápidamente que éstos de las dicotiledóneas. En los trópicos, todas éstas consecuencias hacen que la evolución sea favorecida en la dirección de plantas herbáceas trepadoras, como en Araceae, Commelinaceae, algunas palmas como el género *Calamus* (palma de rattan) y en los bambues trepadores como *Chusquea*. Tanto en las regiones templadas como tropicales, la evolución de las plantas acuáticas con tallos delgados es favorecida. No es accidental que las únicas angiospermas que compiten con las algas marinas sean monocotiledóneas como *Zostera*,

Phyllospadix y *Posidonea*, los cuales tienen internodos y hojas muy elongadas. La capacidad de los vástagos a crecer rápidamente, preadapta a las monocotiledóneas para una multiplicación vegetativa extensiva por medio de rizomas o estolones.

Algunas de las adaptaciones de las plantas al medio acuático están relacionadas con el hábito que presentan. Sculthorpe (1967) indicó que el soporte que tienen los órganos sumergidos está dado por la misma agua, junto con la capacidad para flotar creada por sus tejidos lagunares llenos de aire, los cuales, mitigan la necesidad de darles fuerza mecánica y la rigidez. Los tallos, pecíolos y hojas contienen poca o nada de lignina aún en los tejidos vasculares y comúnmente están ausentes el colénquima y el esclerénquima.

La tendencia predominante en las monocotiledóneas ha sido de tallos gordos y cortos a tallos delgados y más elongados. Esto ocurre en las plantas acuáticas sumergidas, como por ejemplo las Najadales y las monocotiledóneas rizomatosas tales como: *Typha*, *Juncus balticus*, *Scirpus validus*, *Carex* sección *Vesicariae* y las gramíneas *Phragmites*, *Ammophila*, *Cynodon*, *Stenotaphrum* y *Panicetum clandestinum*. Sin embargo, esta tendencia a través del adelgazamiento de los tallos no es unidireccional e irreversible (Stebbins, 1974).

Es muy importante también resaltar aquí algunas de las conclusiones a las que llegó Cook (1990), en su obra sobre las plantas acuáticas del mundo, en donde menciona que hoy en día no hay discusión de que las angiospermas acuáticas han evolucionado de angiospermas terrestres. Sin embargo, es asombroso ver la infinidad de veces que han invadido el medio ambiente acuático grupos sin ninguna relación filogenética. De acuerdo a la lista de plantas acuáticas del mundo que Cook incluyó en su trabajo, se estima que este cambio evolutivo de la tierra al agua, ha tomado lugar al menos 50 veces, pero pudo haber pasado 100 veces o quizás más. Aún dentro de algunos géneros, como *Phyllanthus* y *Ranunculus*, la evolución al medio acuático ha sucedido más de una vez.

Raíces. El sistema de raíces dentro de las Pontederiaceae lo podemos dividir básicamente en dos, el primero representado por las raíces fibrosas de aquellas especies que son erectas. Las raíces, con una excepción que veremos más adelante, se encuentran dentro del sedimento y adaptadas a vivir permanentemente en condiciones

de inundación. Sirven para proporcionar soporte y para la absorción de agua y nutrientes. Entre las especies que poseen este tipo de raíces están *Eichhornia paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. seubertiana*, *H. spicata*, y *Pontederia sagittata* (ver figuras 3a y 3f). La excepción que mencionamos está representada por *Eichhornia crassipes*, la cual vive flotando libremente sobre la superficie del agua y generalmente las raíces se encuentran sumergidas en la masa de agua (ver figura 3d). En el caso de las especies con los tallos rastreros sobre la superficie del agua y las sumergidas, las raíces son predominantemente adventicias, las cuales salen principalmente en los nudos (ver figuras 3b, 3c, 3e y 3g). Las raíces adventicias más viejas sirven a la planta para mantenerla anclada al sedimento y tomar los nutrientes, mientras que las más jóvenes casi se mantienen en la superficie del agua y probablemente sirvan sólo para la absorción de agua y minerales. Entre las especies con este tipo de raíz están *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma*, *Heteranthera oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. rotundifolia*, *Pontederia rotundifolia* y los híbridos putativos entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*, encontrados en Morelos, Michoacán y Nayarit.

La tendencia evolutiva del tipo de raíces en las Pontederiaceae pueden ir de la mano con la forma de vida de las plantas, por lo tanto, aquí se propone que de las raíces fibrosas se derivaron las adventicias.

Tallos. En la familia Pontederiaceae se encontró que la ramificación de los tallos está muy relacionada con la posición erecta o postrada de las plantas. En aquellas especies erectas, generalmente las plantas se mantienen independientes unas de otras, puesto que fueron originadas cada una por semilla. Sin embargo, hay algunas otras que en la base del tallo presentan algunas ramificaciones, muchas veces difíciles de observar a simple vista. Las especies con tallos erectos no ramificados son *Eichhornia paniculata*, *E. crassipes*, *H. spicata* y *Pontederia sagittata* (ver figura 3a y 3f). En el caso de *E. crassipes*, aunque no presenta los tallos ramificados, es la única especie que presenta estolones (ver figura 3d), a través de los cuales se reproduce vegetativamente a tasas muy elevadas, bajo condiciones favorables de altas temperaturas y disponibilidad de nutrientes, pudiendo cubrir la totalidad de la superficie de los cuerpos de agua en poco tiempo (Gopal, 1987). Esta es la causa de su peligrosidad como maleza acuática en ambientes acuáticos eutroficados. Grandes masas de plantas libremente flotadoras que

presentan estolones como *E. crassipes*, impiden severamente la penetración de la luz y el intercambio de oxígeno a través de la superficie, de ese modo inhiben el crecimiento de otras plantas vasculares y del fitoplancton por debajo del agua (Sculthorpe, 1967).

Las especies que son erectas pero que en la base del tallo se ramifican, manteniendo dichas ramificaciones muy estrechas, son *Heteranthera limosa*, *H. mexicana* y *H. seubertiana*. Los tallos postrados sobre el agua de la mayoría de las Pontederiaceae así como los sumergidos, son característicos por las ramificaciones que presentan, entre estas especies están *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma*, *Heteranthera dubia*, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. rotundifolia*, *Pontederia rotundifolia*, y los híbridos putativos entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis* (ver figuras 3b, 3c, 3e y 3g).

Vernación. Dentro de las Pontederiaceae se pudieron diferenciar dos tipos de postura de las hojas, aquellas de tipo convoluto, en donde una mitad de la lámina se encuentra enrollando la otra mitad, y a su vez, toda la lámina envuelve el pecíolo de la hoja anterior la cual ya está totalmente desarrollada. Este tipo lo presentan las especies que tienen las hojas diferenciadas en pecíolo y lámina, como todas las especies de *Eichhornia* y *Pontederia* y todas las especies del género *Heteranthera*, con excepción de *H. mexicana* y *H. seubertiana*. El tipo de vernación porrecta o aplanada, en la que sale la hoja de manera recta y sin dobleces, es característica de las especies con hojas sésiles, como *Heteranthera mexicana*, *H. seubertiana* y *H. dubia*.

Desafortunadamente no existe información sobre las tendencias evolutivas en cuanto a la vernación en angiospermas, por lo que no podemos decir algo al respecto en las Pontederiaceae.

Pecíolo. De acuerdo con Dahlgren et al., (1985), la presencia de un verdadero pecíolo está presente en varios grupos de monocotiledóneas. Sin embargo, es muy común que las hojas sean lineares y no exista una diferenciación entre el pecíolo y la lámina. Reconocieron como el tipo ancestral a las hojas diferenciadas en una base relativamente corta pero no envainadora, con un pecíolo diferenciado, una lámina aplanada dorsiventralmente y con venación reticulada, aunque reconocieron que este tipo de hoja no es muy común en las monocotiledóneas. También existe una transición entre las hojas

pecioladas y las hojas sin una clara diferenciación entre el peciolo y la lámina. En algunas plantas acuáticas, ambos tipos de hojas se desarrollan en diferentes partes de una misma planta, v.gr. Potamogetonaceae, Cabombaceae, Alismataceae, Haloragaceae (Sculthorpe, 1967).

La familia Pontederiaceae en México presenta especies con hojas pecioladas y hojas sésiles, como ya se indicó en el apartado anterior cuando se habló de la vernación. Sin embargo, dentro de las especies que presentan peciolo, la mayoría lo tienen de forma recta y sin indumento, con las excepciones siguientes: *Eichhornia crassipes*, cuyas plantas jóvenes y en lugares más o menos abiertos de lagunas y presas oligotróficas, desarrollan peciolos cortos y esponjosos (con gran cantidad de tejido aerenquimatoso), pero que bajo condiciones de sobrepoblamiento o baja intensidad luminosa (Penfond y Earle, 1948), los peciolos tienden a volverse rectos pero de mayor tamaño, llegando a alcanzar hasta más de un metro de talla, por lo que su aspecto cambia radicalmente. La otra excepción está representada por *Heteranthera spicata*, la cual presenta pubescencia glandular en el ápice del peciolo, cerca de la inserción con la lámina y muchas veces se continúa sobre la base de la lámina y los bordes. Esta parece ser una de las peculiaridades de esta especie y que puede ser usado como un buen carácter taxonómico.

Estípulas. De acuerdo con lo expresado por Dalhgren et al. (1985), la continuación de la vaina de las hojas para formar las estípulas, son raras en las monocotiledóneas y asumen que las estípulas son novedades en cada una de las familias donde ellas se desarrollan, por ejemplo, en varias familias de plantas acuáticas estrictas, como Hydrocharitaceae, Potamogetonaceae y Pontederiaceae.

Las estípulas en todas las especies de Pontederiaceae son adnatas (soldadas al peciolo), opositifolias y forman una sola unidad. La parte superior de las estípulas forma una lígula que varía en tamaño y forma entre las especies. Por ejemplo, en el caso de *Heteranthera mexicana* y *H. seubertiana* es muy corta, con el ápice redondeado o agudo; *Eichhornia crassipes* la tiene en forma de abanico, mientras que *Pontederia rotundifolia* y *H. dubia* la tienen muy larga (ver figura 4).

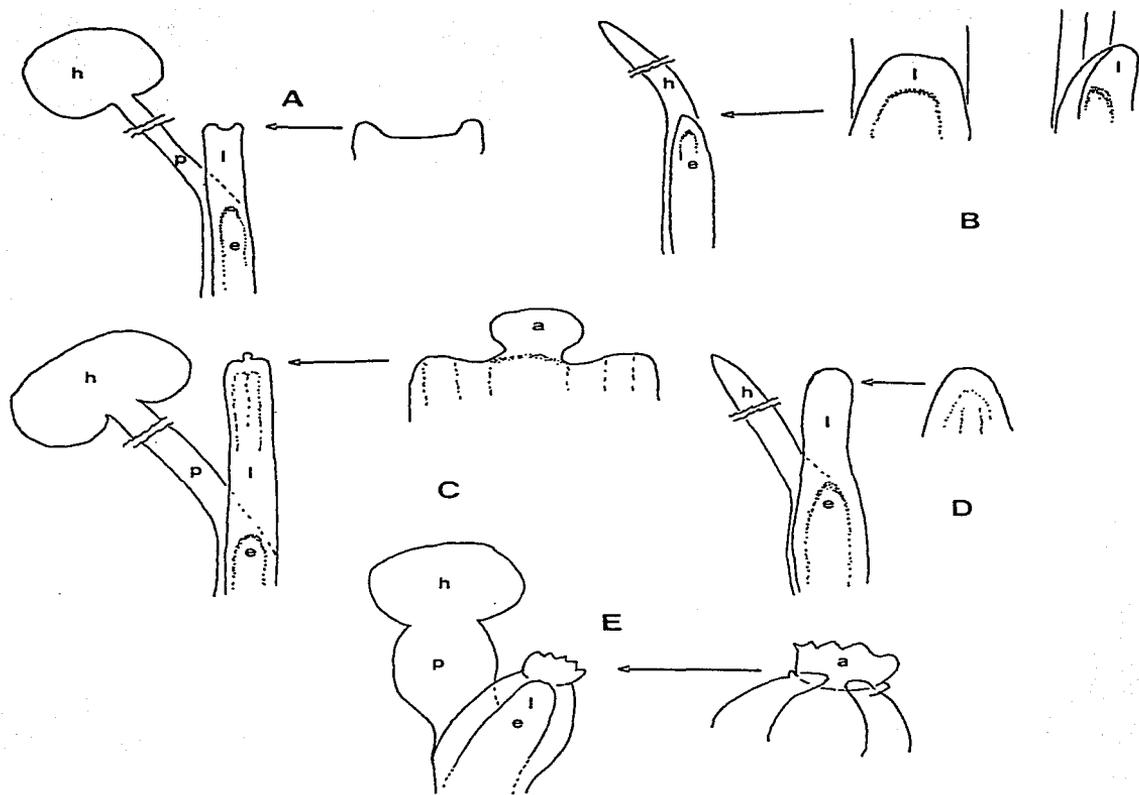


Figura 4. Esquema de varios tipos y formas de estípulas en las Pontederiaceae mexicanas. **A.** *Heteranthera oblongifolia*, **B.** *H. mexicana*, **C.** *Pontederia rotundifolia*, **D.** *Heteranthera dubia* y **E.** *Eichhornia crassipes*, a. apéndice, e. estípula, h. lámina de la hoja, l. lígula, p. pecíolo.

Arreglo de las hojas. El arreglo de las hojas en Pontederiaceae es de tres tipos principales: basales o equitantes, alternas y arrosetadas. En el primer caso, las especies corresponden a aquellas que son erectas, como *Eichhornia paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. seubertiana*, *H. spicata* y *Pontederia sagittata* (ver figura 3a y 3f). Algunas veces se les puede encontrar creciendo de manera erecta, especialmente cuando casi no hay agua, como es el caso de *Heteranthera reniformis* y *Pontederia rotundifolia*, aunque lo común es encontrarlas con los tallos rastreros. Las especies que presentan las hojas alternas son aquellas que tienen los tallos rastreros, como *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma*, *Heteranthera oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. rotundifolia*, *Pontederia rotundifolia*, *H. dubia* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis* (ver figura 3b, 3c, 3e y 3g). La única especie que tiene el arreglo arrosetado es *Eichhornia crassipes*, la cual se encuentra flotando sobre la superficie del agua (ver figura 3d). En la misma figura 3 se pueden observar estos tres tipos, los cuales están muy relacionados con la forma de vida.

Tampoco existe información sobre las tendencias evolutivas en cuanto al arreglo de las hojas en angiospermas, por lo que no podemos decir algo al respecto en las Pontederiaceae.

Forma de las hojas. La forma de las hojas en las especies mexicanas de la familia Pontederiaceae es muy variable, ya que pueden ir desde las lineares, como en *Heteranthera mexicana*, *H. seubertiana* y *H. dubia*, pasando por la forma ovada y circular de *Eichhornia paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. rotundifolia*, *H. spicata*, *Pontederia sagittata* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*, hasta las reniformes, obovadas y oblatas, como en *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *E. heterosperma*, *Heteranthera oblongifolia*, *H. reniformis* y *Pontederia rotundifolia*. En la tabla 1 se presenta la proporción predominante que tienen las hojas en cuanto a su largo y ancho.

Otra característica importante que tienen las hojas de las Pontederiaceae es la presencia de pubescencia glandular en las láminas. Dahlgren et al. (1985), mencionan que los tricomas ocurren en muchos grupos dentro de las monocotiledóneas, son de varios tipos y muchos de ellos son característicos para cada uno de los grupos. Sin duda, son caracteres derivados dentro de los órdenes en donde se presentan.

Entre Las especies de Pontederiaceae que presentan pubescencia son *Heteranthera mexicana*, con gran cantidad de pelos tanto en el haz como en el envés de la hoja, *H. seubertiana* con pelos especialmente arriba de la estípula y *H. spicata* en la base, envés y borde de la lámina.

Base de la hoja. Las bases también son muy variables, desde las bases cordatas como en *Eichhornia paniculata*, *Heteranthera oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *Heteranthera spicata*, *Pontederia rotundifolia* y el híbrido putativo entre *H. peduncularis* X *H. reniformis*. La única especie con la base sagitada es *Pontederia sagittata*. Las especies que presentan la base obtusa (> de 90°) son *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *Heteranthera limosa* y *H. rotundifolia*, algunas veces esta última llega a tener la base entre cordata y obtusa. Por último *Eichhornia heterosperma* tiene su base entre atenuada (< de 45°) y cuneada (entre 45° y 90°).

Apice de la hoja. El ápice de las Pontederiaceae podemos dividirlo en tres tipos: las especies que lo presentan acuminado (< de 45°) y que coincide con las especies que tienen las hojas lineares, como *Heteranthera mexicana*, *H. seubertiana* y *H. dubia*. Las que tienen el ápice agudo (entre 45° y 90°), como *Eichhornia paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. rotundifolia*, *H. spicata*, *Pontederia sagittata* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. Por último las especies que lo tienen obtuso (> de 90°), como *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *E. heterosperma* y *Pontederia rotundifolia*. Algunas especies llegan a tener características intermedias, como son *Heteranthera rotundifolia* y *H. spicata*, que también lo pueden tener obtuso.

Aspecto de las hojas adultas. Aquí se tratará sólo de diferenciar aquellas especies que mantienen las hojas adultas sobre la superficie del agua y por lo tanto la morfología externa e interna son idénticas a la de una planta terrestre. Esta característica la comparten todas las Pontederiaceae mexicanas, con la excepción de *Heteranthera dubia*, la cual vive totalmente sumergida, aunque en algunas ocasiones puede quedar completamente expuesta y formar hojas más pequeñas y gruesas, pero éstas continúan siendo sésiles. Es importante notar que todas las especies en sus primeras etapas de

Tabla 1. Forma y proporción de las hojas de las especies mexicanas de Pontederiaceae.

ESPECIE	PROPORCION * largo : ancho	FORMA	COLECTOR / NUMERO**
<i>Eichhornia azurea</i>	0.90-1.08	Oblata a circular	Calix y Castillo 425 Calix y Castillo 480
<i>E. crassipes</i>	0.62-1.55	Ovada, oblata a obovada	A. Novelo 1186 Bonilla 129 B.V.A. 18 González 134 López 339 Lot 2428 Ramos 319 Santiago 7562 Soto 4324 Tenorio 223 Webster y Lynch 17019
<i>E. heterosperma</i>	1.37-1.87	Obovada a circular	Matuda 16292 Matuda 17259 Fassett 28627***
<i>E. paniculata</i>	0.94-1.43	Oblata a circular	A. Novelo 1195 A. Novelo 1404
<i>Heteranthera dubia</i>	16-40	línear	A. Novelo 1115 Clayton 814 (tipo)**** Liebmann 1622 (tipo)
<i>H. limosa</i>	1.60-3.33	Ovada	A. Novelo 1018 A. Novelo 1020 A. Novelo 1067 Atmar 87 Galeotti 5365 Jackson 24 Linden 55 Lot y Novelo 983 Martínez 821 Mexia 1066 Mora 343
<i>H. mexicana</i>	27.5-50	Linear	A. Novelo 1016 A. Novelo 852 Carranza 3466
<i>H. oblongifolia</i>	1.32-1.52	Circular a ovada	A. Novelo 1066

<i>H. peduncularis</i>	0.87-2.17	Oblata a ovada	A. Novelo 895 A. Novelo 1080 A. Novelo 1129 A. Novelo 1309 A. Novelo 1337
<i>H. reniformis</i>	0.68-0.88	Oblata (reniforme)	A. Novelo 935 A. Novelo 992 A. Novelo 1157 A. Novelo 1345
<i>H. rotundifolia</i>	1.23-2.64	Circular a ovada	A. Novelo 910 Arséne 3033 Bárcena 632 Bonilla 715 Bye y Weber 8156 Bye y Weber 8282 Patoni-Ochoterena 924 Rodríguez 1444 Tenorio 1816 Zamudio 5421
<i>H. seubertiana</i>	8.3-15	Lineal	Breedlove 54427
<i>H. spicata</i>	1.00-1.56	Circular a ovada	Calderón 2378*** McVaugh 25268 Moreno 1420****
<i>H. peduncularis x reniformis</i>	0.83-1.19	Oblata a circular	A. Novelo 1097
<i>Pontederia rotundifolia</i>	0.83-0.99	Oblata (reniforme)	A. Novelo 1090
<i>P. sagittata</i>	1.35-2.44	Circular a ovada	A. Novelo 1088 A. Novelo s/n Avendaño 153 García 2914-A González 85 Martínez-C. 494 Ortiz 180 Ramírez 154 Salazar s/n Villaseñor 967

* lineal (5:1 ó >)=5, 6, 7, etc.; ovada y obovada, ligeramente más larga que ancha (3:2)=1.5-2.9; ± circular (1:1)=1-1.49 y oblata, más ancha que larga (2:3)=0.66-0.99. *** El Salvador; **** Estados Unidos; ***** Nicaragua. B.V.A.= Brigada Vegetación Acuática.

desarrollo tienen las hojas sésiles y se mantienen sumergidas por algún tiempo, aunque posteriormente salen del agua, se mantienen erectas y presentan peciolo (Horn, 1988). Aquellas especies que poseen tallos postrados, generalmente crecen de las partes menos profundas a las más profundas, por lo tanto, en las zonas bajas las hojas están erectas y en las más profundas, en donde se encuentran los tallos creciendo, generalmente las hojas están flotando sobre la superficie del agua. Entre las especies con estas características están *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma*, *Heteranthera oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. rotundifolia* y *Pontederia rotundifolia*.

Espata inferior. Weberling (1989) ha mencionado que la región floral se diferencia de la vegetativa por la presencia de hojas florales, las cuales se desarrollan como brácteas o en algunos casos están completamente ausentes. Cuando están muy desarrolladas, se les ha llamado "bracteas frondosas".

Una de las características de las Pontederiaceae, por lo menos de las mexicanas, es la de presentar inflorescencias bracteadas constituidas por dos brácteas. En general, la inferior está muy desarrollada y tiene la misma forma, tamaño, textura y color que las hojas vegetativas. En el caso de *Pontederia sagittata* la espata inferior llega a medir más de 40 cm de largo. La superior, generalmente está modificada en una estructura de forma más o menos cilíndrica. Todas las especies mexicanas tienen la espata inferior igual que las hojas vegetativas, con la excepción de *Eichhornia crassipes*, la cual la tiene muy reducida en tamaño y es muy útil para identificar ejemplares herborizados representados solamente por las inflorescencias.

Espata superior. Como se sabe, una de las posibles funciones de la espata es la de protección de las flores, por lo que en las Pontederiaceae, la superior generalmente es cilíndrica y posee una sutura ventral que es por donde se abre. En algunos casos, se abre solamente la mitad o el tercio superior por donde sale la inflorescencia o las flores solitarias. Las especies que presentan la espata entre la mitad y dos terceras partes cerrada son: *Eichhornia crassipes*, *Heteranthera limosa*, *H. dubia*, *H. rotundifolia* y *Pontederia sagittata*. Por el contrario, hay varias especies que la presentan totalmente abierta o en algunos casos solamente está cerrada en el tercio inferior; entre estas especies están *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma*, *E. paniculata*, *Heteranthera*

mexicana, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. seubertiana*, *H. spicata* y *Pontederia rotundifolia*. El híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis* del estado de Morelos, aunque idéntico a *H. peduncularis* en cuanto a la forma y a la sutura de la espata, ésta nunca se abre y las flores se quedan atrapadas dentro de ella. También se encontraron algunos ejemplares de *Eichhornia crassipes* y *Heteranthera limosa* que también estuvieron abiertas en su totalidad.

Cuando se abre y se extiende la espata superior, vemos varias características importantes que vale la pena resaltar: forma, proporción entre el largo y ancho, en algunas la parte más ancha está hacia la base, pero en otras, lo ancho está hacia el ápice, presencia o ausencia de un mucrón, etc. La forma más común es la estrechamente-elíptica cuya proporción entre el largo y ancho va de 2.1 a 3.8, observada en *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. peduncularis*, *H. rotundifolia*, *H. seubertiana*, *H. spicata*, *Pontederia sagittata* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. La forma elíptica (proporción 1.4 a 2.1) en donde la parte más ancha de la espata se encuentra en el centro y la presentan *Eichhornia crassipes*, *Heteranthera oblongifolia* y *H. reniformis*. Una forma también común es la obovada (proporción 1.4 a 2.8), en donde la parte más ancha se encuentra hacia el ápice de la espata y está representada por *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma* y *Pontederia rotundifolia*. Las formas menos frecuentes son la subulada (proporción 3.4 a 4), presente en *Eichhornia paniculata* y la linear (proporción 11 a 14), presente en *Heteranthera dubia* (ver figura 5). Por último, las especies que presentan la espata mucronulada son *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *E. paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. rotundifolia*, *H. seubertiana*, *H. spicata*, *Pontederia sagittata*, *Zosterella dubia* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. Las que no presentan el mucrón son *Eichhornia heterosperma*, *Heteranthera oblongifolia* y *Pontederia rotundifolia*.

Otra característica que es importante tomar en cuenta y que también es constante para cada una de las especies, es la distancia que hay entre las dos espatas, ya que pueden estar muy juntas y no dejar espacio entre una y otra, o por el contrario, la espata superior queda sostenida por un largo pedículo. Las especies que no tienen espacio entre las espatas son *Eichhornia crassipes*, *Heteranthera peduncularis*, *H. spicata* y *H. dubia*; otras tienen el pedículo muy corto (menos de 1 cm), como *Eichhornia paniculata*

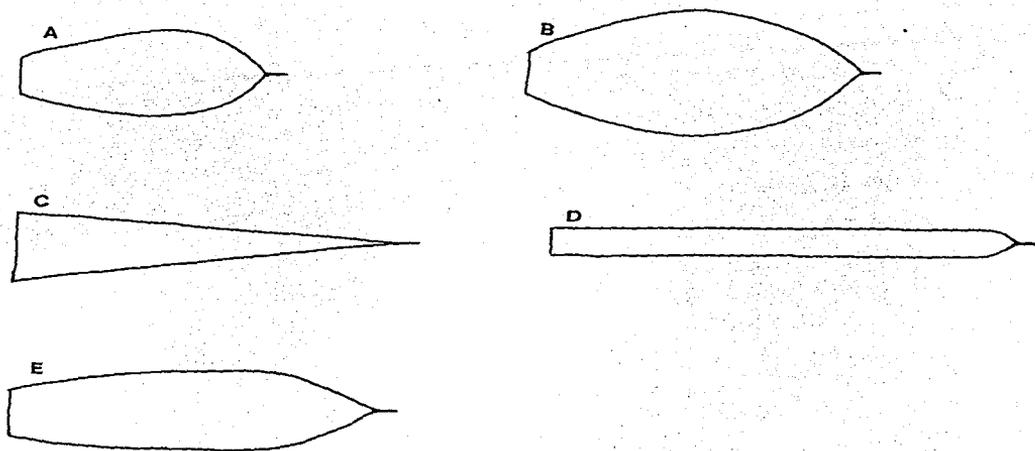


Figura 5. Diagrama de los diversos tipos de espata superior. A. *Eichhornia azurea* (obovada), B. *E. crassipes* (elíptica), C. *E. paniculata* (subulada), D. *Heteranthera dubia* (linear), E. *H. limosa* (estrechamente-elípticas).

y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. Es más común observar especies con largos pedículos que varían entre 1 a 10 cm, como *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. oblongifolia*, *H. reniformis*, *H. rotundifolia*, *H. seubertiana* y *Pontederia rotundifolia*. Inclusive en *Pontederia sagittata*, el pedículo mide más de 20 cm.

Inflorescencia. De acuerdo a lo expresado por Stebbins (1974), Las tendencias evolutivas en las inflorescencias, no son de gran valor en la delimitación de grandes grupos taxonómicos, sin embargo, algunas familias muy diversas, como Cruciferae, Leguminosae, Umbelliferae y Compositae, son notablemente homogéneas con respecto a la arquitectura básica de la inflorescencia. El amplio paralelismo que existe con respecto a las tendencias evolutivas en la inflorescencia, es la principal razón de su relativamente bajo valor en delimitar grandes grupos. Sin embargo, la comparación de las características de la inflorescencia provee pistas del significado adaptativo de estos caracteres.

Los estudios comparativos de las inflorescencias de muchas especies relacionadas perteneciendo a la misma familia, los cuales forman las bases para llegar a conclusiones, son relativamente escasos en angiospermas terrestres y nulos en angiospermas acuáticas.

Lawrence (1951) especuló que tanto la inflorescencia paniculada como el dicasio, son los tipos primitivos de inflorescencia y que a partir de ellos, han evolucionado todos los demás. Para Stebbins (1974) la cima frondosa es la forma más primitiva de inflorescencia y tanto el dicasio y las flores solitarias han sido derivadas por cambios repetidos y simples. Dahlgren et al., (1985) mencionaron que como en dicotiledóneas, los grupos primitivos de monocotiledóneas con flores actinomorfas, tienen una inflorescencia paniculada (determinada), en donde el eje principal de la inflorescencia posee una flor terminal, y por debajo de ella se desarrollan otras flores o ramas laterales, cada una con una flor terminal. En los casos en donde no se desarrolla una flor terminal y las flores laterales se desarrollan en una sucesión acropétala (v. gr. en sentido estricto el tirso, el racimo o la espiga) deben ser reconocidos como derivados.

Según Stebbins (1974), una de las características unificadoras de la mayoría de las monocotiledóneas, la cual ha sido olvidada por largo tiempo, es la naturaleza de la

inflorescencia. Con la excepción de las Alismatales y algunas de las palmas, las flores de las monocotiledóneas están agrupadas en inflorescencias que son básicamente racimos o espigas, o si son flores solitarias o agrupadas en umbelas, entonces se pueden reconocer como derivadas del racimo.

En el presente estudio se encontró que las inflorescencias de las Pontederiaceae pueden ser simples o compuestas y carecen de bractéolas. Entre las especies mexicanas se puede encontrar una tendencia hacia la simplificación, desde las inflorescencias compuestas, es decir con muchas ramas y flores, hasta las simples, las cuales presentan una sola flor. La especie que presenta el tipo de inflorescencia compuesta y que se considera más primitiva, está representada por *Eichhornia paniculata*, que aunque su nombre hace referencia al tipo de inflorescencia, estrictamente hablando, ésta no corresponde a una panícula, ya que según Weberling (1989) una panícula está caracterizada por que el eje principal de la inflorescencia termina en una flor, lo mismo que todas las ramas laterales y especialmente por que todas las flores están pediceladas. Por lo tanto, el tipo de inflorescencia que presenta *E. paniculata* se asemeja más un conjunto de espigas, ya que todas las flores son sésiles. En consecuencia, a este tipo se le asignó el nombre de espiga de espigas (ver figura 6a). El siguiente paso en la simplificación de la inflorescencia pudiera estar representada por *E. azurea*, la cual muestra las espigas laterales reducidas a dos flores, dando la apariencia de tener cada espiga lateral una flor sésil y la otra pedicelada (ver figura 6b). Esta inflorescencia corresponde al tipo de inflorescencia que aquí se denomina espiga de espigas reducidas (ver figura 6b). Posteriormente se tiene lo que aquí llamamos pseudoespiga, caracterizada por presentar grupitos de flores sésiles a lo largo del pedúnculo y en donde han desaparecido los ejes secundarios de las espigas laterales (ver figura 6c y 6d). En el caso de *E. heterosperma*, la flores se agrupan en pares y en el caso de *Pontederia sagittata*, los grupos son de 4 ó 5 flores sésiles. Un paso más en la simplificación es la espiga, la inflorescencia más común de la familia, en donde las flores están arregladas de manera solitaria a lo largo del pedúnculo y todas son sésiles (ver figura 6e). Las especies que tienen este tipo de inflorescencia son *Eichhornia crassipes*, *Heteranthera mexicana*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. seubertiana*, *H. spicata*, *Pontederia rotundifolia* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. Posteriormente, la inflorescencia biflora es la más simple de las inflorescencias de este

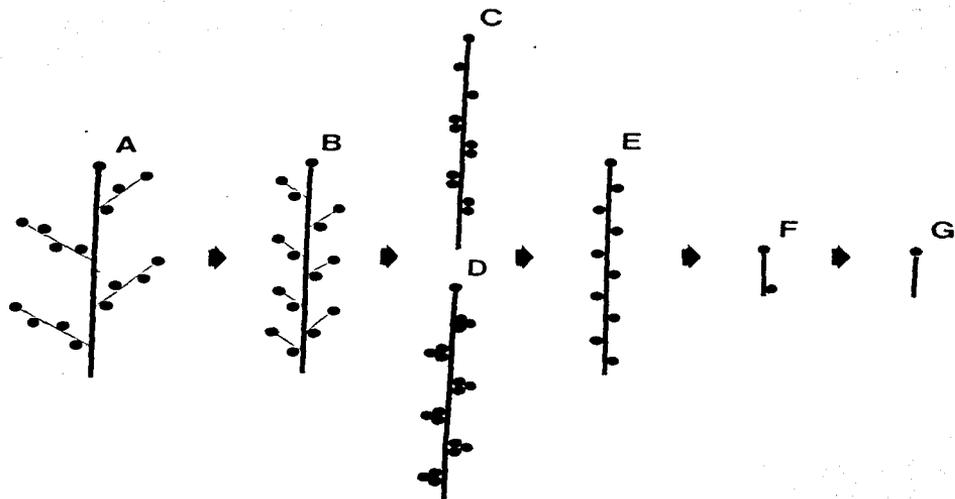


Figura 6. Diagrama de las tendencias evolutivas de las inflorescencias de las Pontederiaceae mexicanas. A. espiga de espigas, B. espiga de espigas reducidas, C y D. pseudoespiga, E. espiga, F. biflora y G. uniflora.

tipo y está representada solamente en *Heteranthera oblongifolia* (ver figura 6f). Por último, se tiene la inflorescencia simple, correspondiente a las especies unifloras *Heteranthera limosa*, *H. rotundifolia* y *H. dubia* (ver figura 6g).

Richards y Barrett (1984), en su estudio sobre el desarrollo de la inflorescencia de *Eichhornia paniculata*, mencionan que la ausencia de brácteas bien definidas en las ramas laterales y la diferenciación simultánea de una yema floral y un meristemo a partir del meristemo de la rama, hace muy problemática la interpretación de la morfología de estas ramas. Sin embargo, interpretaron a estas ramas como cincino. La evidencia que usaron para apoyar esta designación es el arreglo alterno y escorpioide de las yemas sobre las ramas jóvenes, las cuales asemejan el arreglo de las yemas en casos muy claros de cincinos.

Estudios más detallados sobre la nomenclatura de las ramas de *E. paniculata* deberán ser apoyados con evidencias anatómicas y estudios comparativos con otros géneros (v.gr. *Monochoria*), que presentan inflorescencias semejantes. Por tales motivos, se piensa que el término espiga, usado en este trabajo para definir las ramas de la inflorescencia de *E. paniculata*, por el momento es útil y ayuda a entender las posibles tendencias evolutivas de las inflorescencias aquí propuestas en la familia Pontederiaceae.

Por otro lado, encontramos que las inflorescencias compuestas pueden presentar el pedúnculo pubescente o glabro. Entre las especies mexicanas estudiadas que presentan el pedúnculo glandular pubescente están *Eichhornia azurea*, *E. paniculata*, *Heteranthera mexicana*, *H. seubertiana*, *H. spicata* y *Pontederia sagittata*. En el caso de *Pontederia rotundifolia*, los pelos no son glandulares, sino pluricelulares, uniseriados, con algunas de sus células coloreadas y largas (ca. de 2 mm). Dicha característica puede diferenciar fácilmente a esta especie cuando los ejemplares sólo presentan flores. En contraposición, hay algunas especies que poseen el pedúnculo glabro; entre ellas se pueden mencionar a *Eichhornia crassipes*, *E. heterosperma*, *Heteranthera oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*.

Otra característica encontrada en este trabajo y que parece ser muy importante y constante para cada una de las especies, es el tamaño del pedúnculo y su relación que guarda con la espata superior. En algunos casos, el pedúnculo siempre es más corto que la espata, por lo que las flores se encuentran más protegidas, menos expuestas y en

menor número. Entre las especies que tienen el pedúnculo igual o más corto que la espata, están *Eichhornia heterosperma*, *Heteranthera oblongifolia*, *H. reniformis*, *Pontederia rotundifolia* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. Es importante hacer notar que en casi todas estas especies hay individuos que sobrepasan ligeramente el tamaño de la espata; sin embargo, lo común es que no sobrepase por mucho dicha estructura. Entre las especies que presentan el pedúnculo dos o más veces más largo que la espata, están *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *E. paniculata*, *Heteranthera mexicana*, *H. peduncularis*, *H. seubertiana*, *H. spicata* y *Pontederia sagittata*. Algunos individuos de *Eichhornia heterosperma* también pueden presentar esta característica.

El número de flores por inflorescencia es más o menos constante para cada una de las especies. Como anteriormente se dijo, aquellas especies que presentan una inflorescencia simple tienen flores solitarias, mientras que las demás especies poseen inflorescencias compuestas con dos o más flores. La especie que tiene siempre dos flores es *Heteranthera oblongifolia*. Posteriormente y en número creciente, están aquellas que tienen entre 3 y 10 flores por inflorescencia, como *Eichhornia heterosperma*, *Heteranthera reniformis*, *H. seubertiana* y *Pontederia rotundifolia*. Lo más común es obtener entre 11 y 40 flores, como en *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *E. paniculata*, *Heteranthera mexicana*, *H. peduncularis*, *H. spicata* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. La única especie con más de 40 flores es *Pontederia sagittata*.

De acuerdo a las tendencias evolutivas propuestas aquí en la familia Pontederiaceae, existen algunas concordancias y discrepancias con las tendencias propuestas por Stebbins (1974) para las angiospermas. Entre las concordancias se puede mencionar que las flores solitarias han sido derivadas por relativamente simples cambios, por la reducción de la longitud de las ramas y la modificación de las hojas a brácteas y por último, por la supresión de ramas y nudos, usualmente acompañada por la elongación del escapo. La ventaja adaptativa que este autor le confiere a las flores solitarias, está asociada con el hábitat, en donde el ciclo de floración es más rápido.

También hay un acuerdo en la tendencia de que a partir de una inflorescencia paniculada se puede llegar a través de reducciones y supresiones a inflorescencias espigadas, pasando por las inflorescencias racimosas. Sin embargo, para Stebbins

(1974) y Weberling (1989), las inflorescencias racimosas y espigadas corresponden al tipo de inflorescencias indeterminadas y lo encontrado en este trabajo sobre las Pontederiaceae al igual que el esquema propuesto por Lawrence (1951), corresponderían a inflorescencias determinadas, como se puede apreciar en las figura 6.

Otra diferencia también muy importante entre las tendencias expresadas por Stebbins (1974) y lo aquí propuesto, es que para Stebbins pudieron haberse derivado de un cierto tipo de inflorescencia, una más simple por reducciones, o una más compleja por el incremento en el número de ramas. Sin embargo, aquí se propone para las Pontederiaceae una sola tendencia y ésta es siempre hacia la simplificación. En cambio, en el caso de Lawrence (1951), la evolución hipotética de los tipos de inflorescencia en casi todos los casos, es en el sentido de la simplificación.

Sistemas reproductivos. De acuerdo con Glover y Barrett (1983), el sistema de entrecruzamiento más complejo entre las angiospermas es el que involucra la autoincompatibilidad heteromorfa. Las poblaciones de plantas heterostílicas comúnmente poseen dos (distilia) o tres (tristilia) tipos diferentes de estilos, los cuales difieren principalmente en su longitud y la de los estambres, en el tamaño del polen y en las relaciones de incompatibilidad. Mientras que la distilia está ampliamente distribuida entre las familias de angiospermas, la tristilia solamente se presenta en las Lythraceae, Oxalidaceae y Pontederiaceae (Vuilleumier, 1967) (ver figura 7).

En las Pontederiaceae, tres especies de *Eichhornia* (*E. azurea*, *E. crassipes* y *E. paniculata*) y cuatro especies de *Pontederia* (*P. cordata*, *P. rotundifolia*, *P. sagittata* y *P. subovata*) son tristilicas (Glover y Barrett, 1983; Richards y Barrett, 1984; Barrett, 1988; Barrett y Forno, 1982; Lowden, 1973; Ornduff, 1966). Los estudios comparativos que realizaron Glover y Barrett (1983) indican que la expresión de la tristilia en los dos géneros de las Pontederiaceae es sorprendentemente diferente. En las tres especies de *Pontederia* que fueron examinadas experimentalmente (*P. cordata*, *P. rotundifolia* y *P. sagittata*), la tristilia estuvo acompañada por un sistema de autoincompatibilidad fisiológica, un marcado trimorfismo del polen y cada una de las poblaciones usualmente poseían los tres morfos florales. Mientras tanto, en cada una de las especies tristilicas de *Eichhornia*, generalmente conviven poblaciones monomorfas, las cuales estuvieron asociadas con una fuerte autoincompatibilidad, hay un débil trimorfismo de los granos de

polen y se producen modificaciones en las estructuras reproductivas que favorecen la autogamia (Barrett, 1978, 1979). En habitats estables, en donde habitan poblaciones mezcladas con los tres morfos florales, la tristilia sirve para promover la polinización cruzada y la consecuente recombinación genética, así como la máxima producción de semillas (Barrett, 1977).

Stebbins (1974) había sugerido que el cambio de la polinización cruzada a la autopolinización se lleva a cabo principalmente y quizá exclusivamente, en especies que ocupan temporalmente habitats pioneros. Coincidentemente esto fue lo que ocurrió cuando se colectó recientemente para este trabajo a *E. paniculata* en el estado de Oaxaca. El habitat donde se encontró, corresponde a pequeñas charcas temporales que se llenan durante el corto período de lluvias y se ven obligadas a completar su ciclo de vida en un poco menos de dos meses. Las flores en estas poblaciones son de menor tamaño, homostilicas y aparentemente se autopolinizan.

De acuerdo con lo expresado por Barrett (1988, 1989b), Barrett y Husband (1990), la tristilia en *Eichhornia* se está perdiendo en algunas poblaciones, lo que ocasiona un incremento de la autopolinización. Las flores de *Eichhornia* muestran una amplia especialización morfológica, asociada con los mecanismos de polinización y sistemas reproductivos. La amplia especialización morfológica abarca poblaciones con flores más grandes, trístilicas y que se polinizan cruzadamente, a poblaciones con flores más pequeñas, semihomostilicas y que predominantemente se autopolinizan. Por el contrario, la ausencia de modificaciones florales en las tres especies estudiadas de *Pontederia* sugiere que el nivel de entrecruzamiento es suficiente para mantener el polimorfismo genético de la tristilia (Barrett, 1983).

Stebbins (1974) ya había mencionado este fenómeno en otras familias de plantas terrestres y aseguraba que las especies que el había estudiado y que eran autopolinizadas, el tamaño de las flores se reducía en comparación con sus ancestros que mantenían la polinización cruzada. Ejemplificó esto, diciendo que la mayoría de las especies de *Limnanthes*, las cuales presentaban una polinización cruzada, las flores eran más grandes y pentámeras. Sin embargo, unas pocas especies eran autopolinizadas y tenían flores de reducido tamaño, pero no había una reducción en el número de partes.

La evolución de las poblaciones autocompatibles de *Eichhornia paniculata* es el resultado del rompimiento de la polinización cruzada que se llevaba a cabo a través del

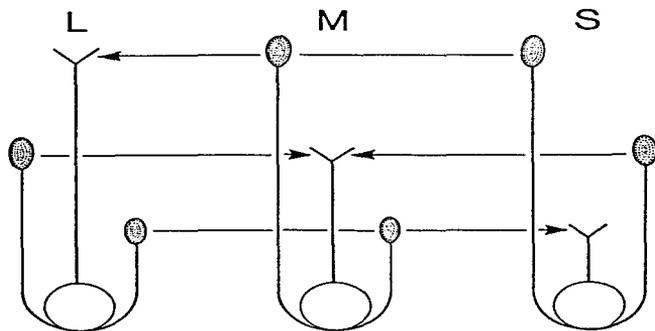
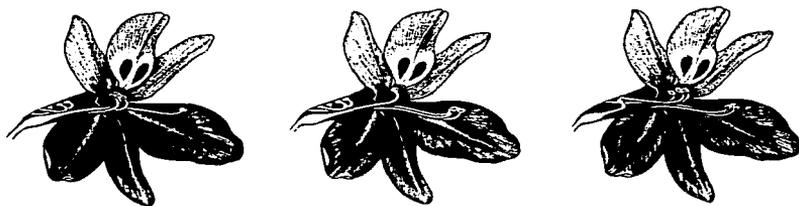


Figura 7. Diagrama esquemático de la posición del estilo y los estambres en los morfos florales de una especie tristilica de *Eichhornia*. La polinización legítima está indicada por las flechas. Longitud del estilo: L = largo, M = medio, S = corto. (Diagrama adaptado de Barrett, 1988).

sistema de reproducción trístilico (Barrett et al., 1989). El incremento de la autopolinización en las poblaciones de *E. paniculata* parece estar asociado con el cambio en la estructura del trimorfismo estilar al monomorfismo estilar y la propagación de la variante floral autocompatible (Barrett, 1985). En los primeros estudios de la distribución geográfica de poblaciones no trimórficas de esta misma especie, parece ser que la autopolinización fue más común encontrarla en la periferia de su área de distribución (Barrett et al., 1989). La distribución marginal y el tamaño tan pequeño de algunas poblaciones de *E. paniculata* permiten sugerir que los procesos estocásticos, tales como los eventos fallidos y la deriva génica, juegan un papel preponderante en la evolución del sistema de entrecruzamiento de esta especie (Barrett, 1989a).

Los análisis de distancia genética y la distribución de alelos raros, en combinación con evidencias genéticas y morfológicas, sugieren que los morfos del estilo se han perdido repetidamente en poblaciones de *Eichhornia paniculata* y que las variantes autocompatibles pudieron haberse originado al menos en tres diferentes ocasiones en el noreste de Brasil (Husband y Barrett, 1993).

Puesto que las familias en las cuales ocurre el polimorfismo genético son filogenéticamente diversas, la heterostilia es considerada polifilética en cuanto a su origen y las similitudes en la expresión de caracteres son interpretadas como el producto de evolución convergente (Richards y Barrett, 1984).

Flores. Sculthorpe (1967) ha mencionado que las flores de la vasta mayoría de las angiospermas acuáticas están adaptadas a una vida aérea, a través de insectos o el viento como agentes polinizadores. Las modificaciones directamente relacionadas con el hábito acuático, afectan no sólo a las flores, sino también a las estructuras asociadas como los pedúnculos, hojas, brácteas, vástagos laterales, etc., los cuales pueden ayudar en la elevación y equilibrio de las flores sobre la superficie del agua. Los géneros de varias familias con flores aéreas, pueden ser arreglados en series morfológicas que exhiban tendencias de las modificaciones estructurales y de polinización, similares a las reconocidas entre las angiospermas terrestres, como por ejemplo: 1) reducción y especialización de las partes florales, 2) sustitución de la anemofilia por la entomofilia, 3) abandono de la polinización cruzada por la autopolinización y 4) la transformación de las flores casmógamas por las cleistógamas.

Las flores de las Pontederiaceae mexicanas son actinomorfas o zigomorfas. Los pétalos y los sépalos no están diferenciados. El perianto es de tipo petaloide y consta de seis lóbulos, en dos series de tres generalmente fusionados en la base. El perianto es vistoso y generalmente coloreado. La mayoría de las veces el lóbulo central superior presenta una o varias máculas de color más oscuro o de diferente color. Las flores actinomorfas están presentes en *Heteranthera limosa* y *H. dubia*, ambas especies presentan flores solitarias. Las flores zigomorfas están presentes en *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *E. heterosperma*, *E. paniculata*, *Heteranthera mexicana*, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. rotundifolia*, *H. seubertiana*, *H. spicata*, *Pontederia rotundifolia*, *P. sagittata* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. Con excepción de *H. rotundifolia* que tiene las flores solitarias, todas las demás presentan inflorescencias compuestas.

Dentro de las especies podemos distinguir dos tipos de arreglo de los lóbulos del perianto: el primero es el de las especies que presentan los lóbulos, vistos de frente, en 3 + 3. Esto quiere decir que si dividimos la flor vista de frente en dos planos, uno superior y otro inferior, tres lóbulos quedarían en el plano superior y tres en el inferior. Entre las especies que tienen este arreglo, están todas las especies de *Eichhornia*, todas las especies de *Pontederia*, *Heteranthera oblongifolia* y *Heteranthera dubia*. El arreglo de los lóbulos 5 + 1 es muy característico del género *Heteranthera*, con excepción de las dos especies que mencionamos anteriormente (ver figuras 8,9 y 10).

Las flores en las Pontederiaceae pueden ser externamente piloso-glandulares, piloso-multicelulares o glabras. Las piloso-glandulares están constituidas por pelos con un pedículo incoloro de distintos tamaños y que en la punta lleva una glándula generalmente de color marrón claro o rojizo. Entre las especies que presentan este tipo de pubescencia están todas las especies de *Eichhornia*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. seubertiana*, *H. spicata* y *Pontederia sagittata* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. La única especie que tiene pelos multicelulares es *Pontederia rotundifolia*, los cuales llegan a medir hasta 2 mm de largo; las células basales del pelo están coloreadas de marrón y son iguales a los que están presentes en el pedúnculo de la inflorescencia. Pocas especies tienen las flores glabras, entre ellas *Heteranthera reniformis*, *H. rotundifolia* y *H. dubia*. Este carácter puede ser útil para diferenciar ejemplares de herbario de especies

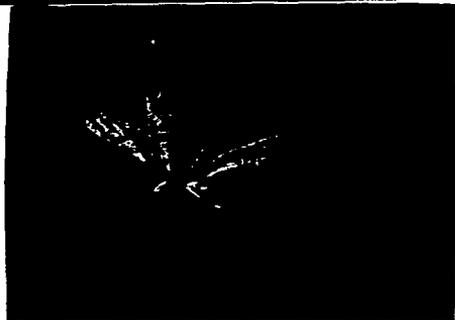
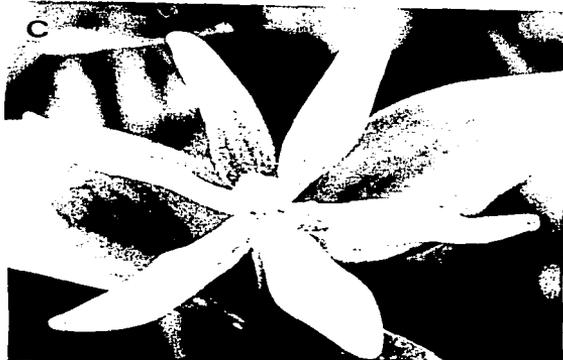


Figura 8. Flores de las Pontederiaceae. A. *Eichhornia paniculata*. B. *E. crassipes*. C. *Heteranthera limosa*. D. *H. rotundifolia*. E. *H. reniformis*. F. *H. mexicana*.

cercanas, identificando la pubescencia del perianto, por ejemplo, entre *Heteranthera limosa* y *H. rotundifolia*. Lo mismo sucede con *Heteranthera peduncularis* y *H. reniformis*.

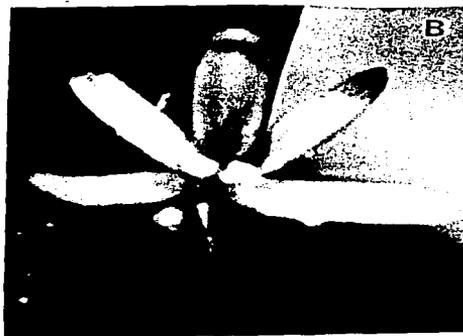
En cuanto al tubo floral, las especies unifloras lo tienen particularmente largo y sobrepasan el tamaño de la espata superior que las protege. Las especies con esta característica son *Heteranthera limosa*, *H. rotundifolia* y *H. dubia*, especies unifloras. Las otras especies, que además presentan inflorescencias compuestas, tienen el tubo floral más pequeño que la espata.

Las flores son muy vistosas y los colores predominantes son el morado, lila, azul, violeta, blanco y amarillo. Algunas veces es difícil decidir si la flor es violeta o morada, azul o morada pálido. Por cuestiones prácticas, aquí se agruparon a todas las especies que tienen tonalidades entre morado y lila, como son todas las especies de *Eichhornia*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. rotundifolia*, *H. seubertiana*, todas las especies de *Pontederia* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. Es importante hacer notar que algunas de estas especies, en un mismo sitio, pueden desarrollar formas albinas, (es decir, con flores blancas) como es el caso de *Eichhornia crassipes*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana* y *Pontederia sagittata*. Las únicas especies que de manera regular tienen las flores de color blanco son *Heteranthera reniformis* y *H. spicata*. *Heteranthera dubia* es la única Pontederiaceae mexicana que posee flores solitarias de color amarillo.

Uno de los lóbulos superiores o varios de ellos presentan máculas más oscuras que el color de los lóbulos, o contrastan con una mácula más clara que en el centro tiene otra de igual o diferente color que los lóbulos. Según Sculthorpe (1967), estas máculas pueden funcionar como guías de néctar "honey guide" para las abejas que visitan las flores.

En algunos casos, la mácula es de diferente color y contrasta con el color del perianto. Por ejemplo, *Eichhornia crassipes* tiene en el lóbulo superior central una mancha muy grande de color más oscuro que el color de los demás lóbulos (el cual varía de azul claro a morado claro) y en el centro de esa gran mancha destaca otra de color amarillo. Esta última mácula amarilla a veces está rodeada por otra mácula de color marrón claro (ver figura 8B). En *Eichhornia paniculata* el lóbulo superior central presenta dos máculas blancas en la parte basal y en medio de cada una de ellas hay otra de color amarillo (ver figura 8A). *Heteranthera dubia* no posee ninguna mácula. El color del

perianto es amarillo huevo, al igual que el estilo y los filamentos (ver figura 10). *Heteranthera limosa* presenta hacia la base de los tres lóbulos superiores una mácula blanca; además, el lóbulo central presenta una franja de color morado más oscuro entre la mácula blanca y el resto del lóbulo y en el centro de la mancha blanca está sobrepuesta una mácula de color amarillo (ver figura 8C). *Heteranthera mexicana* tiene cinco lóbulos hacia arriba y uno hacia abajo, todos los lóbulos presentan en la base una mácula blanca que cubre más de la mitad del largo del lóbulo y en la unión de los lóbulos hay una pequeña línea de color morado más oscuro. Junto con esta serie de máculas contrastan los dos filamentos laterales que están inflados y son de color amarillo (ver figura 8F). *Heteranthera oblongifolia* posee flores de color lila con cinco lóbulos hacia arriba y uno hacia abajo. Los tres superiores presentan en su base una gran mácula de color blanco que cubre más de la mitad del largo de los lóbulos. El central es el único que tiene una gran mácula amarilla que casi se sobrepone a la blanca. Los lóbulos superiores y laterales presentan en el centro del lóbulo una mácula de color lila más oscuro en forma de una franja longitudinal. El lóbulo central superior también tiene en la parte de arriba varias franjas longitudinales de color lila más oscuro (ver figura 9A). *Heteranthera peduncularis* solamente posee una mácula de un tono más oscuro en la base del lóbulo central superior que contrasta con el color lila a morado claro del perianto y los filamentos, y con el color amarillo de las anteras (ver figura 9B). *Heteranthera reniformis* es una de las pocas especies con el perianto de color blanco. Tiene una mácula de color amarillo hacia la base del lóbulo central superior. La mácula no es uniforme y está formada por líneas concéntricas que se dirigen hacia la base del lóbulo y asemejan un abanico. La mácula también contrasta con las anteras que son de color amarillo (ver figura 8E). *Heteranthera rotundifolia* se parece a *H. limosa*, sin embargo difiere de ella en que tiene el arreglo de los lóbulos del perianto 5 + 1. En esta especie los tres superiores centrales se sobrepone ligeramente y poseen en la base, una mácula blanca, que cubre más o menos la mitad de su longitud. El central además tiene sobrepuesta sobre la mácula blanca, otra de color amarillo y ésta a su vez, hacia la base del lóbulo posee dos pequeñas máculas de color morado oscuro. Las anteras pequeñas y amarillas contrastan también con todas las máculas (ver figura 8D). *Heteranthera seubertiana* posee hacia la base de todos los lóbulos del perianto una mácula blanca que cubre una cuarta parte de su longitud. Dentro de la mancha blanca hay una línea muy



C



Figura 9. Flores de las Pontederiaceae. A. *Heteranthera oblongifolia*. B. *H. peduncularis*. C. Híbrido putativo entre *H. peduncularis* X *H. reniformis*. D. *H. seubertiana*. E. *Pontederia rotundifolia*. F. *P. sagittata*.



Figura 10. Flores de las Pontederiaceae. A. *Heteranthera dubia*.

tenue de color verde que corre hacia la base de los lóbulos. Los filamentos de las anteras chicas contrastan con la mácula del perianto, ya que también son blancos hacia la base y cambian a morado claro hacia el ápice (ver figura 9D). Aunque no se colectó a *Heteranthera spicata* en el campo, se sabe por las descripciones que el perianto es de color blanco o azul pálido; sin embargo, no se conoce si hay máculas en alguno de sus lóbulos. *Pontederia rotundifolia* solamente presenta una mácula amarilla oscura en el lóbulo medio superior, en forma de media luna y está sobrepuesta a una mácula blanca de mayor tamaño. Las dos máculas ocupan más de la mitad de la superficie del lóbulo y contrastan con el color lila oscuro del resto del perianto. Los filamentos son del mismo color que el perianto (ver figura 9E). La flor de *Pontederia sagittata* es muy semejante en forma y color a *P. rotundifolia*, con las excepciones de que el color lila es más pálido y en lugar de una mácula amarilla en forma de media luna, posee en el lóbulo medio superior dos máculas amarillas de forma más o menos circular. Igualmente, estas máculas están circundadas por una gran mácula blanca que alcanza la base del lóbulo medio superior. Los filamentos también están coloreados del mismo tono (ver figura 9F).

Dentro del arreglo de los lóbulos del perianto de $3 + 3$ ó $5 + 1$ que ya se discutió anteriormente, existe otra característica distintiva entre algunas especies, y seguramente está relacionada con la biología de la reproducción. Esta característica tiene que ver con el tamaño y la disposición de los lóbulos medio superior e inferior. Todas las especies mexicanas de la familia Pontederiaceae poseen el lóbulo medio superior más ancho que el medio inferior, con la excepción de dos especies de *Heteranthera* estrechamente relacionadas, *H. limosa* y *H. rotundifolia*. Lo interesante aquí es que las dos comparten este carácter a pesar de que *H. limosa* presenta un arreglo de $3 + 3$ y *H. rotundifolia* de $5 + 1$. La otra excepción es *Heteranthera dubia* ya que en su caso los seis lóbulos del perianto son iguales debido a su simetría radial y no posee ningún tipo de mácula.

Todos los lóbulos del perianto de las Pontederiaceae generalmente tienen el borde entero, con la salvedad de *Eichhornia azurea*, la cual posee tres lóbulos con el borde fimbriado. Esta es una de las características más distintivas de esta especie.

El ápice de los lóbulos en algunas especies es muy variable, especialmente las del género *Heteranthera*, ya que la mayoría tienen el arreglo de $5 + 1$, por lo que el lóbulo inferior central siempre es más estrecho que el superior y su ápice tiende a ser puntiagudo, cercano a los 45 grados, mientras que los demás miembros del perianto

poseen el ápice cercano a los 90 grados (considerado aquí todavía como agudo). La única excepción es *Heteranthera oblongifolia*, la cual no tiene el lóbulo central inferior muy diferente en largo y ancho en relación a los cinco restantes pero su arreglo sigue siendo 5 + 1. Por otro lado, *Eichhornia crassipes* es la única especie con los ápices obtusos (mayor a 90 grados), y *E. azurea* tiene tres lóbulos con el ápice agudo y tres con el ápice obtuso.

Estambres. Los estambres en las Pontederiaceae mexicanas son variables en número, forma, color, pubescencia e inserción y son utilizados para separar a los diferentes géneros. Los estambres generalmente son seis y se distribuyen en dos verticilos de tres. Por reducción, algunos géneros tienen solamente tres estambres. Al menos en las especies mexicanas, ninguna presenta estaminodios. Los géneros que presentan seis estambres son *Eichhornia* y *Pontederia*, mientras que *Heteranthera* posee tres estambres.

De acuerdo con los estudios realizados por Richards y Barrett (1984) sobre la estructura floral de *Eichhornia paniculata*, el estambre más largo de cada flor está insertado sobre un tépalo del verticilo exterior, mientras que el estambre más corto está insertado sobre el tépalo del verticilo interior.

Filamentos. Dependiendo de los géneros, los filamentos ser cortos o muy largos. En el caso de los géneros con seis estambres, éstos están distribuidos en dos verticilos de 3. En algunos casos es difícil reconocer estos dos verticilos debido a que los filamentos nacen a diversas alturas y presentan diferentes tamaños, perdiéndose dicho arreglo y acercándose a lo que Barrett (1988) reconoce como semihomostílico (p. ej.: *Eichhornia azurea* y *E. paniculata*). Como ya se mencionó anteriormente, los géneros *Eichhornia* y *Pontederia* son trístílicos (Barrett, 1988; Barrett y Forno, 1982; Lowden, 1973). Por los estudios realizados en el presente trabajo, podemos reconocer en México dos formas diferentes de los filamentos con relación al tamaño del estilo. En el género *Eichhornia* encontramos dos morfos florales, uno con una hilera de filamentos cortos y otra de filamentos largos. El segundo morfo tiene una hilera de filamentos cortos y otra hilera de filamentos medios. La única colecta que se tiene de *E. paniculata* para México presentó una forma semihomostílica en donde los seis filamentos son casi del mismo tamaño y se

encuentran reunidos cerca del estigma. Se encontraron tres morfos florales para el género *Pontederia* (filamentos cortos-largos, medios-largos y cortos y medios) (ver figura 7). Los géneros con tres estambres los filamentos se mantienen más o menos del mismo tamaño, al igual que el estilo, por lo que son considerados homostilicos.

En los filamentos se pueden reconocer dos tipos de pubescencia, la glandular que es la más común y la multicelular. También hay especies que poseen todos o alguno de los filamentos glabros. Entre las especies que solamente tienen pelos multicelulares están *Heteranthera peduncularis*, *H. reniformis* y el híbrido putativo entre estas dos especies. Es curioso que los pelos multicelulares solamente estén presentes en los filamentos laterales que poseen las anteras pequeñas; estos pelos generalmente están coloreados de morado. El filamento de la antera grande en estas especies puede ser glabro o presentar muy pocos pelos glandulares, especialmente en su parte dorsal. Las especies que tienen los filamentos glandular pubescentes son *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *E. paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. oblongifolia*, *H. rotundifolia*, *H. spicata*, *Pontederia rotundifolia* y *P. sagittata*. Es importante mencionar que los filamentos de la antera pequeña de *Heteranthera mexicana*, *H. spicata* y los filamentos del verticilo inferior de *Pontederia rotundifolia* son glabros. Muy pocas especies poseen todos los filamentos glabros, ellas son *Eichhornia heterosperma*, *Heteranthera seubertiana* y *H. dubia*.

La forma de los filamentos también es importante dentro de las Pontederiaceae. Generalmente son rectos, pero pueden estar inflados en su parte media o ensanchados. Las especies con los filamentos inflados en su parte media son *Heteranthera mexicana* y *H. seubertiana*. Las especies con los filamentos ensanchados son *Heteranthera rotundifolia*, *H. spicata* y *H. dubia*. El resto de las especies poseen los filamentos rectos sin ningún ensanchamiento o abultamiento.

Anteras. El sistema reproductivo de las Pontederiaceae seguramente ha tenido una influencia muy grande sobre varias de las características morfológicas y fisiológicas relacionadas con las anteras. Podemos reconocer algunas diferencias por el tamaño, tipo de inserción, color, comportamiento después de la antesis, etc. Como se ha indicado anteriormente, el género *Eichhornia* y *Pontederia* poseen seis estambres en dos verticilos. En el caso de *Eichhornia*, la proporción que existe entre las anteras del verticilo

superior y las del inferior es muy cercana a 1, por lo que el tamaño entre unas y otras es muy parecido, no importando la longitud que tengan los filamentos que las soportan. A diferencia de lo que regularmente se sabe, en *Pontederia*, por lo general se parecen las anteras de los dos verticilos; sin embargo, al hacer las mediciones, se encontró que el tamaño varía entre las del verticilo superior (las cuales generalmente son más grandes) y el verticilo inferior. Esta diferencia es muchas veces más grande que la que se observa en algunas especies de *Heteranthera*, género comúnmente con una dimorfia más pronunciada (ver tabla 2). Todas las especies del género *Heteranthera*, con excepción de *H. oblongifolia* (especie con las anteras monomorfas), presentan las anteras dimorfas. Los casos más extremos están representados por *H. mexicana* y *H. seubertiana*, en las cuales la antera media llegó a ser 3 ó más veces más grande que las laterales (ver tabla 2). Finalmente, *Heteranthera dubia* es la única especie que tiene las tres anteras \dot{a} del mismo tamaño.

En cuanto a la inserción de las anteras, todas las especies de los géneros *Eichhornia* y *Pontederia*, con excepción de *P. rotundifolia*, las presentan versátiles. Por el contrario, todas las especies de los géneros *Heteranthera* y *Zosterella*, con la excepción de *H. oblongifolia*, las presentan basifijas.

El color de las anteras en muchas de las especies es amarillo, aunque otras pueden poseer unas amarillas y otras de color pardo en la misma flor. Esta característica solamente puede ser observada en fresco, por lo que en algunas especies no se cuenta con la información completa. Por ejemplo, las especies que tienen las anteras amarillas son *Eichhornia paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. dubia* y el híbrido putativo entre *H. peduncularis* X *H. reniformis*. Las especies que tienen unas anteras amarillas y otra(s) de color pardo, son *Heteranthera mexicana* y *H. rotundifolia*. Entre las especies que tienen todas las anteras de color pardo, pero no amarillo están: *Eichhornia crassipes*, *Pontederia rotundifolia* y *P. sagittata*.

La mayoría de las especies de Pontederiaceae mantienen sus anteras en la misma posición y forma después de la antesis; sin embargo, *Heteranthera dubia* es la única especie en que después de la antesis las anteras se enrollan.

Ovario. De acuerdo con Dahlgren, et al. (1985), el gineceo en la mayoría de las monocotiledóneas consiste en tres carpelos. La razón para reconocer el gineceo trímero

Tabla 2. Tabla comparativa del tamaño de las anteras de diferentes verticilos y la proporción entre ellas.

ESPECIE	Antera grande (mm)	Antera chica (mm)	Proporción grande:chica \bar{X}	Antera verticilo superior (mm)	Antera verticilo inferior (mm)	Proporción Superior:inferior \bar{X}
<i>Eichhornia azurea</i>	-	-	-	1.9 - 2	1.6 - 1.7	1.18
<i>E. crassipes</i>	-	-	-	2.7 - 2.8	2.8 - 3	0.95
<i>E. heterosperma</i>	-	-	-	1.4 - 1.5	1.3 - 1.4	1.01
<i>E. paniculata</i>	-	-	-	1.3 - 1.4	1.3 - 1.4	1.01
<i>Heteranthera dubia</i> *	4.7	5	0.96	-	-	-
<i>H. limosa</i>	2.8 - 4.6	2.1 - 3.8	1.23 - 1.34	-	-	-
<i>H. mexicana</i>	1.9 - 3	0.6 - 0.9	2.65 - 3.27	-	-	-
<i>H. oblongifolia</i>	2.5	2.3	1.08	-	-	-
<i>H. peduncularis</i>	1.22 - 1.44	0.8 - 0.94	1.58	-	-	-
<i>H. reniformis</i>	2.2 - 2.4	0.9 - 1	2.42	-	-	-
<i>H. rotundifolia</i>	3.8 - 4.4	2.4 - 3	1.54	-	-	-
<i>H. seubertiana</i>	0.72 - 0.9	0.24 - 0.3	3	-	-	-
<i>H. spicata</i>	0.87	0.5 - 0.55	1.66	-	-	-
<i>H. híbrido</i>	2 - 2.2	1.3 - 1.4	1.56	-	-	-
<i>Pontederia rotundifolia</i>	-	-	-	1.2 - 1.4	0.7 - 0.8	1.67
<i>P. sagittata</i>	-	-	-	0.85 - 0.9	0.7	1.25

* Un solo tipo de anteras en un mismo nivel

como el estado ancestral en las monocotiledóneas, es porque ha sido encontrado en varios miembros de las Magnoliiflorae-Nymphaeiflorae, los cuales, se cree están relacionadas con las monocotiledóneas. Está también presente en prácticamente todos los superordenes de las monocotiledóneas y es generalmente el estado dominante.

Una de las principales características para definir los límites entre algunos géneros dentro de las Pontederiaceae es el número de lóculos fértiles del ovario. En las Pontederiaceae el ovario es súpero y está constituido por tres carpelos unidos. El género *Eichhornia* posee tres lóculos fértiles y la placentación es axilar (ver figuras 11a, 11b y 11c). En el caso del género *Heteranthera* se ha perdido la individualidad de cada uno de los lóculos, quedando uno solo y la placentación de los óvulos se vuelve parietal intrusiva (ver figuras 11d a 11j y 11m). En el género *Pontederia*, dos lóculos abortan quedando uno solo; en este caso la placentación del único óvulo que tiene es apical (ver figuras 11k y 11l). Como se puede observar en la figura 11, la placentación y la disposición de los óvulos en el género *Heteranthera*, son semejantes, pero al ver los cortes transversales del ovario, se llega a apreciar fácilmente que donde se juntan las placentas, éstas no están fusionadas y en algunas especies el espacio es más evidente como en el caso de *Heteranthera mexicana*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. limosa* y *H. oblongifolia*. Solamente en *H. rotundifolia* las placentas estaban bastante juntas y se parecen mucho a lo observado en *Eichhornia*, en donde se definen perfectamente los tres lóculos.

A través del número de carpelos, número de lóculos y tipo de placentación encontrados en las Pontederiaceae mexicanas podemos proponer la tendencia evolutiva que existe entre los diversos géneros. Seguramente el tipo de ovario primitivo dentro de esta familia está representado por el ovario tricarpelar, trilocular y con una placentación axilar. Dicho ovario está presente en el género *Eichhornia* y del cual pudieron haberse derivado dos líneas de evolución. Una línea en la cual el ovario se convierte en unilocular con placentación parietal intrusiva, está representada por el género *Heteranthera*, en donde parece haber ocurrido una pérdida parcial de los septos y de la separación de las placentas en su punto de confluencia. Dentro de las especies de *Heteranthera* hay una gradación de este fenómeno, en donde se pueden observar muy cercanas las tres placentas hacia el centro del ovario como en *H. limosa*, *H. oblongifolia*, *H. H. reniformis* y *H. rotundifolia*. Mientras que se observan más separadas las placentas y se vuelve más obvia la formación de un solo lóculo en *H. mexicana*, *H. peduncularis* y *H. dubia*. Esta

línea de evolución en donde se deriva un ovario unilocular con placentación parietal a partir de un ovario tricarpelar, trilocular con placentación axilar ya había sido propuesta por Lawrence (1951).

La segunda línea de evolución estaría representada por el género *Pontederia*, en donde la tendencia ha sido la aborción de dos de los tres lóculos del ovario y en donde se desarrolla un solo óvulo y la placentación se convierte en apical. Para Lawrence (1951), la placentación uniovlada en algunos casos ha sido derivada de una placentación parietal de un ovario multicarpelar como en Gramineae y Compositae o de un ovario unicarpelar como en algunas Ranunculaceae o Rosaceae. Para este autor, este tipo de ovario unilocular, uniovlado, puede representar una condición muy avanzada. En el caso de *Pontederia* en donde la placentación del óvulo es péndula (apical), usualmente representa una reducción de una placentación parietal, la cual a su vez, pudo haber sido derivada de una placentación axilar como en algunas Caprifoliaceae (Lawrence, 1951).

Los nectarios septales son el tipo más común encontrado en las monocotiledóneas y no están presentes en las dicotiledóneas (Schmid, 1985). En las Pontederiaceae, solamente en los géneros *Eichhornia* y *Pontederia* se ha reportado la existencia de nectarios septales y están ausentes en *Heteranthera* (Dahlgren, Clifford y Yeo, 1985; Glover y Barrett, 1983; Rosatti, 1987; Simpson, 1993). Los nectarios septales son cavidades secretoras de néctar que se encuentran en la región septal, entre carpelos adyacentes y originados por la fusión incompleta de los carpelos durante el desarrollo del gineceo (Schmid, 1985). En el presente trabajo se observaron en el material fijado como estrechas líneas longitudinales a lo largo del ovario en algunas especies de *Eichhornia* y *Pontederia*.

Estilo. Entre las características importantes que presentan los estilos están su pubescencia, su color y la posición que guarda entre los verticilos de los estambres. Las especies que poseen pubescencia glandular en los estilos son *Eichhornia crassipes*, *E. paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. oblongifolia*, *H. reniformis*, *Pontederia rotundifolia*, *P. sagittata* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. Muy pocas especies lo tienen glabro, ellas son *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma*, *Heteranthera peduncularis*, *H. rotundifolia*, *H. seubertiana*, *H. spicata* y *H. dubia*. El color que llegan a presentar los estilos generalmente es igual al que tienen los

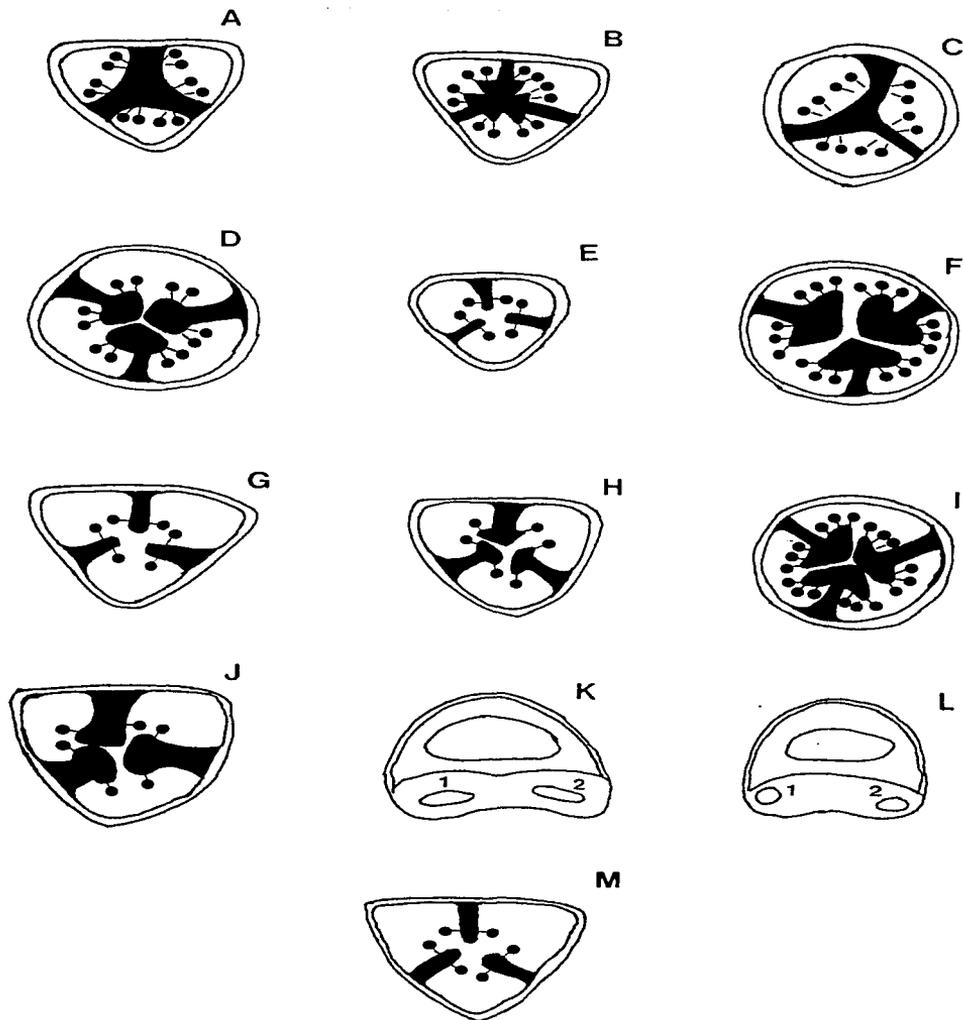


Figura 11. Diagrama que muestra a los ovarios, tipos de placenta y ubicación de los óvulos en corte transversal de las Pontederiaceae mexicanas. A. *Eichhornia crassipes*, B. *E. azurea*, C. *E. paniculata*, D. *Heteranthera limosa*, E. *H. mexicana*, F. *H. oblongifolia*, G. *H. peduncularis*, H. *H. reniformis*, I. *H. rotundifolia*, J. Híbrido putativo entre *H. peduncularis* x *H. reniformis*, K. *Pontederia rotundifolia*, L. *P. sagittata*, M. *Heteranthera dubia*. En color obscuro están representadas las placentas. 1 y 2 son los lóculo abortados.

lóbulos del perianto. Este carácter generalmente sólo se puede observar en plantas vivas, por lo que no se tiene información para todas las especies aquí tratadas. Las especies que sí se pudieron observar en vivo y que tenían color, fueron *E. crassipes*, *E. paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. mexicana*, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. rotundifolia*, *H. seubertiana*, *Pontederia rotundifolia*, *P. sagittata*, *H. dubia* y el híbrido putativo entre *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*. La única especie que no tiene coloreado el estilo fue *Heteranthera reniformis*, que es la única especie que siempre tiene flores blancas. Entre las especies de las que no se tiene información, se encuentran *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma* y *Heteranthera spicata*. Aparentemente este carácter está muy relacionado con el color del perianto, por lo que se podría suponer que al menos las dos especies de *Eichhornia* también deben tener el estilo coloreado. Por el contrario, *H. spicata* comúnmente tiene el perianto de color blanco, por lo que podría también ser blanco el color de los estilos.

El tamaño diferente de los estilos, se mencionó cuando hablamos de los sistemas reproductivos, juega un papel muy importante en la polinización cruzada en los géneros reconocidos como heterostilicos, *Eichhornia* y *Pontederia*, mientras que en *Heteranthera*, es homostílico (ver figura 7).

Richards y Barrett (1984) encontraron que la longitud del estilo en *Eichhornia paniculata* varía en los tres morfos florales, pero no la longitud del ovario. La diferencia en la longitud del estilo es atribuido en parte a diferencias en el tamaño de las células del estilo. Los estilos largos tienen células en promedio 1.2 veces más largas que las de los estilos medios, mientras que los estilos medios tienen células alrededor de 2.6 veces más largas que las de los estilos cortos.

Estigma. Los estigmas de las Pontederiaceae han sido reconocidos por Rosatti (1987) como terminales, enteros, con varios lobos o dentados (frecuentemente 3,6-partidos). En el presente trabajo se pudieron observar los estigmas bajo el microscopio de barrido, por lo que se pudo tener una idea más clara de las formas que éstos presentan en cada una de las especies tratadas. Aunque todos los estigmas resultaron ser apicales, en algunas especies el estigma comienza a tener un desplazamiento hacia la parte "ventral" del estigma, aparentemente favoreciéndose el contacto con alguna de las anteras, que en el caso del género *Heteranthera* correspondería al filamento central que posee la antera

grande. En general, podemos decir que todas las especies aquí tratadas tuvieron el estigma apical, con excepción de las siguientes especies que lo tuvieron "ventral": *Eichhornia paniculata*, *Heteranthera limosa*, *H. reniformis* y *H. seubertiana*. Es posible utilizar este carácter para diferenciar un par de especies cercanas. En el caso de *Heteranthera*, podemos diferenciar entre *H. limosa* y *H. rotundifolia* y entre *H. peduncularis* y *H. reniformis* solamente viendo el estigma. Las papilas alrededor del estigma también fueron diferentes en cuanto a su longitud y posición (ver figuras 12-15).

Richard y Barrett (1984) encontraron en *Eichhornia paniculata* que los estigmas de cada morfo floral están cubiertos con pelos papilados. Las papilas tienen formas similares en los tres morfos. Sin embargo, las papilas del estigma de los estilos largos son significativamente más largas que las papilas de los otros dos morfos florales. Sin embargo, no dan ninguna explicación sobre el significado de estas diferencias.

Fruto. Como un resultado de la reducción del gineceo, muchas plantas acuáticas producen frutos indehiscentes uniseminados. Los tipos de fruto que estuvieron representados en las Pontederiaceae mexicanas fueron dos: la cápsula, común entre los géneros *Eichhornia* y *Heteranthera* y el utrículo, exclusivo del género *Pontederia*. Por definición, la cápsula dehiscente es seca y multiseeminada. En el caso de las Pontederiaceae que presentan este tipo, la dehiscencia es loculicida. En las especies de *Pontederia*, éste es un utrículo seco e indehiscente.

Sculthorpe (1967) mencionó que los movimientos del eje floral después de la fertilización son comunes entre las plantas acuáticas. En muchas especies el pedúnculo eventualmente se curva hacia abajo, favoreciendo el desarrollo de los frutos abajo del agua. Entre las plantas que presentan este fenómeno se encuentran: *Aldrovanda* (Droseraceae), *Aponogeton* (Aponogetonaceae), *Brasenia*, *Cabomba* (Cabombaceae), *Enhalus*, *Hydrocharis*, *Limnobium*, *Ottelia*, *Vallisneria* (Hydrocharitaceae), *Nymphaea*, *Victoria* (Nymphaeaceae), *Nymphoides* (Menyanthaceae), varias especies de Pontederiaceae y Potamogetonaceae, *Trapa* (Trapaceae) y muchas otras más. La retención persistente de los frutos aéreos, es notablemente raro entre las plantas acuáticas sumergidas, de hojas flotantes y las libremente flotadoras. Sin embargo, se han encontrado en *Hottonia* (Primulaceae), *Lobelia dortmanna* (Lobeliaceae), *Nelumbo* (Nelumbonaceae), *Nuphar* (Nymphaeaceae), *Utricularia* (Lentibulariaceae) y en las

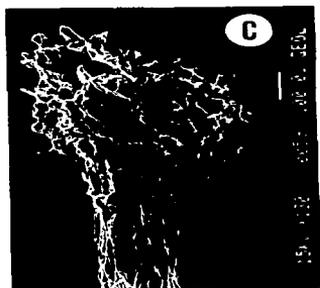
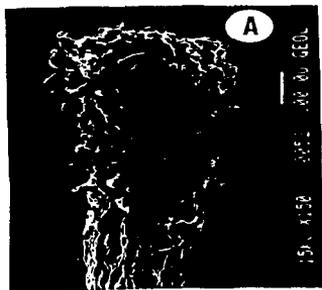


Figura 12. Estigmas de las Pontederiaceae vistos al microscopio electrónico de barrido. A. *Eichhornia azurea* (Calix y Castillo 480). B. *E. crassipes* (AN 1079). C. *E. heterosperma* (Matuda 17259). D. *E. paniculata* (AN 1195). El número después de la X es el número de aumentos. La raya blanca es la escala y corresponde a 100 micras. AN= A. Novelo.

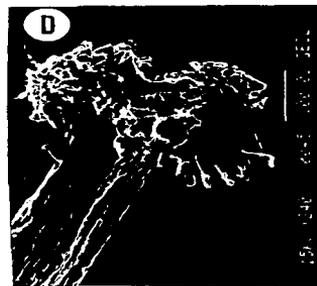
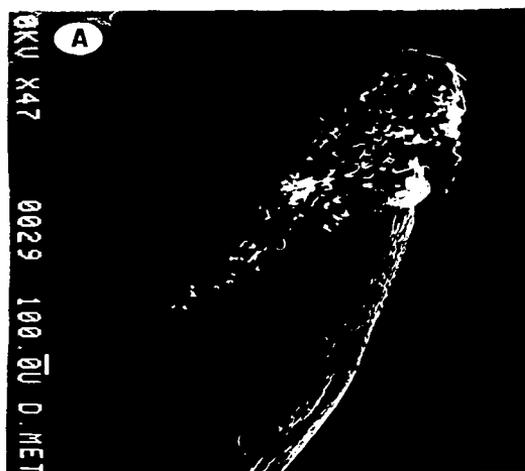


Figura 13. Estigmas de las Pontederiaceae vistos al microscopio electrónico de barrido. A. *Heteranthera limosa* (AN 1081). B. *H. mexicana* (AN 1016). C. *H. oblongifolia* (AN 1066). D. *H. peduncularis* (AN 1129). El número después de la X es el número de aumentos. La raya blanca es la escala y corresponde a 100 micras. AN= A. Novelo.

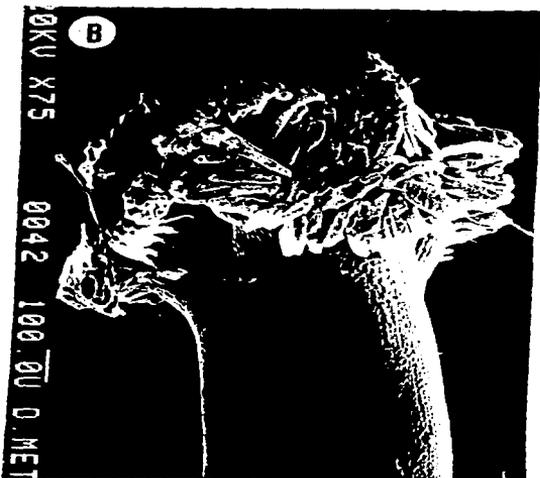


Figura 14. Estigmas de las Pontederiaceae vistos al microscopio electrónico de barrido. A. *Heteranthera reniformis* (Lot y Novelo 1194). B. *H. rotundifolia* (AN 910). C. *H. seubertiana* (Breedlove 54427). D. *H. spicata* (Moreno 1420). El número después de la X es el número de aumentos. La raya blanca es la escala y corresponde a 100 micras. AN= A. Novelo.

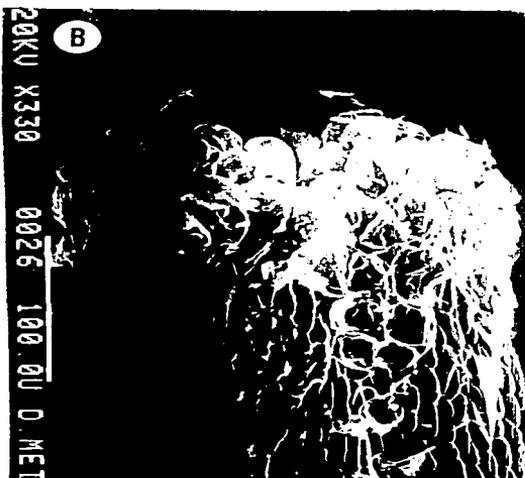


Figura 15. Estigmas de las Pontederiaceae vistos al microscopio electrónico de barrido. A. Híbrido putativo entre *H. peduncularis* X *H. peduncularis* (AN 1097). B. *Pontederia rotundifolia* (AN 1090). C. *P. sagittata* (AN s.n.). D. *H. dubia* (AN 799). El número después de la X es el número de aumentos. La raya blanca es la escala y corresponde a 100 micras. AN= A. Novelo.

Podostemaceae cuando el agua baja durante la época de secas.

Entre las especies de Pontederiaceae se encontraron los dos tipos de maduración del fruto. Los que maduran fuera del agua, están *Eichhornia paniculata*, *Heteranthera mexicana*, *H. seubertiana*, *H. spicata* y *Pontederia sagittata*. En contraposición, las especies cuyos frutos maduran dentro del agua, son *Eichhornia crassipes*, *Heteranthera limosa*, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. rotundifolia* y *H. dubia*. Del resto de las especies que no se han mencionado, no se tiene información a este respecto; sin embargo, es muy probable que en las otras especies de *Eichhornia* maduren sus frutos dentro del agua. Para el caso de *Pontederia rotundifolia* sería muy aventurado decir algo, ya que los pocos ejemplares que hay depositados en los herbarios nacionales ni siquiera tienen frutos. De dos colectas que se hicieron de esta especie, ninguna tuvo frutos.

Sculthorpe (1967) indica que las cápsulas que se desarrollan debajo del agua no son comunes. Estructuralmente se parecen a las cápsulas aéreas de taxa relacionados, pero la dehiscencia se lleva a cabo de manera diferente. Obviamente la desecación no puede provocar que el fruto abra, en cambio, se lleva a cabo por la presión que se ejerce desde dentro del fruto. En el caso de *Monochoria* la hinchazón del fruto se origina por la absorción de agua y aumento de tamaño del mucílago que se encuentra adentro. Esto mismo sucede con las cápsulas parecidas a una baya en los géneros *Nymphaea*, *Victoria* y *Nymphoides*.

Los frutos maduros de las Pontederiaceae comúnmente mantienen el perigonio. Dicho perigonio a veces adquiere diversas formas y emergencias que son muy diferentes en algunas especies, especialmente las pertenecientes al género *Pontederia*. En este trabajo se ha considerado que todas las especies pertenecientes a los géneros *Eichhornia* y *Heteranthera* poseen el perigonio liso. *Pontederia rotundifolia* lo tiene con espinas y *P. sagittata* dentado.

Semillas. El número de semillas está muy relacionado con el tipo de fruto. Las especies que presentan cápsulas, contienen numerosas semillas. Por el contrario, las especies con utrículos poseen semillas solitarias. La especie que produce cápsulas y que tiene el menor número de semillas por fruto (<20) fue *Heteranthera dubia*. Las especies que producen mayor número de semillas por fruto, son *Eichhornia paniculata* y prácticamente todas las especies de *Heteranthera*. Las especies de *Pontederia* producen semillas

solitarias.

Las semillas solitarias tienen la superficie lisa, mientras que todas las demás especies poseen semillas ornamentadas. La ornamentación está representada por 10 a 15 costillas longitudinales, atravesadas transversalmente por costillas más pequeñas formando una malla más cerrada o más abierta dependiendo de cada especie (ver figuras 16 y 17). Las semillas tienen semejanza con un barril, por la forma y disposición de dichas costillas. La forma de las semillas también puede variar. En el caso de las especies de *Pontederia*, éstas son cónicas y bastante más grandes que las que tienen costillas longitudinales; estas últimas representadas por *Eichhornia* y *Heteranthera*, pueden tener forma esférica, elipsoide o cilíndrica. La excepción es *Eichhornia heterosperma*, la cual tiene en un mismo fruto dos tipos de semilla, las pequeñas son cilíndricas, mientras que las grandes son elipsoides. Las especies con semillas esféricas son *Eichhornia paniculata*, *Heteranthera mexicana*, *H. seubertiana*, *H. spicata* y *H. dubia*. Las especies con semillas elipsoides son *Eichhornia crassipes*, *Heteranthera limosa*, *H. oblongifolia*, *H. peduncularis*, *H. reniformis* y *H. rotundifolia* (ver figuras 16 y 17 y tabla 3).

Caracteres microscópicos.

Granos de polen. Entre las características distintivas e importantes que se pueden mencionar de los granos de polen están la heteromorfía de los granos en la misma flor, el arreglo de los granos en mónadas o tétradas, la ornamentación, así como el número y forma de las aberturas. Los géneros heterostilicos (*Eichhornia* y *Pontederia*), presentan los filamentos de distintos tamaños en la misma flor y por lo tanto el tamaño de los granos de polen también se ven influidos por estas diferencias (ver tabla 4).

Barrett (1977a), Glover y Barrett (1983) y Ornduff (1966), mencionan que en cada uno de los morfos florales de *Pontederia cordata*, *P. sagittata* y *P. rotundifolia*, los estambres pueden estar ubicados en tres distintos niveles, altos, medios y bajos. En cada uno de los tres niveles, las anteras producen granos de polen de distinto tamaño. Las anteras del nivel más alto poseen los granos de polen más grandes, las anteras del nivel medio poseen granos de tamaño medio y las del nivel más bajo poseen los granos más

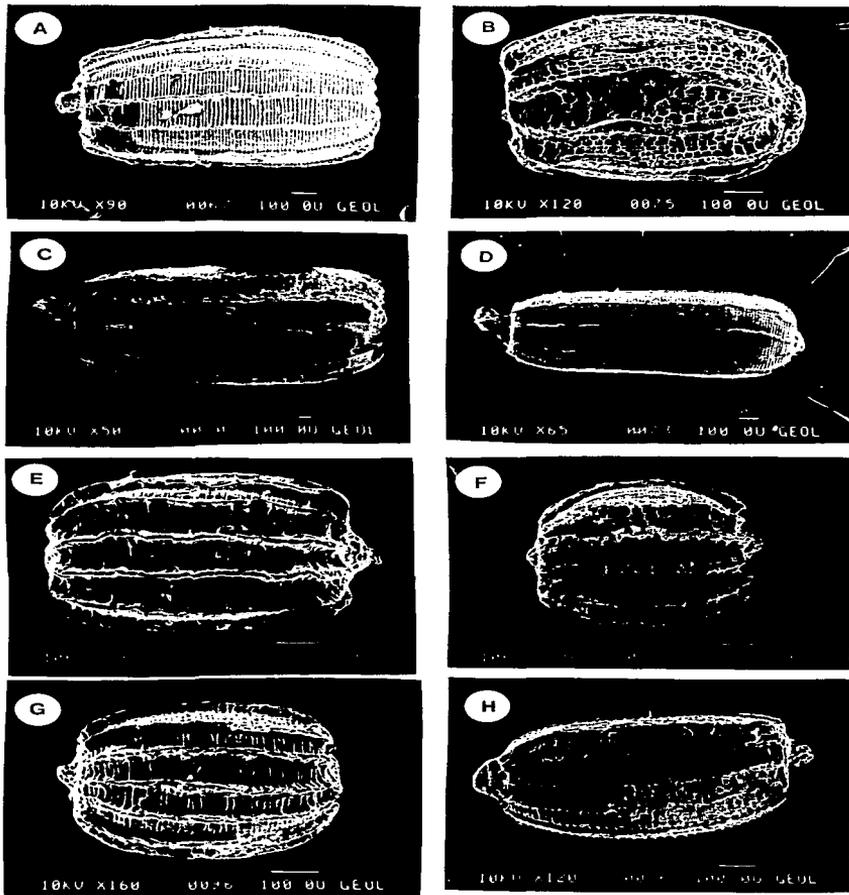


Figura 16. Semillas de las Pontederiaceae vistas al microscopio electrónico de barrido. A. *Eichhornia crassipes* (AN 1079). B. *E. paniculata* (Barrett s.n.). C. *E. heterosperma* semilla grande (Fassett 28627). D. *E. heterosperma* semilla pequeña. E. *Heteranthera limosa* (AN 1067). F. *H. mexicana* (AN 1016). G. *H. oblongifolia* (AN 1066). H. *H. peduncularis* (AN 1080). El número después de la X en la base de cada fotografía es el número de aumentos. La raya blanca en la parte inferior derecha es la escala que corresponde a 100 micras. AN= A. Novelo.

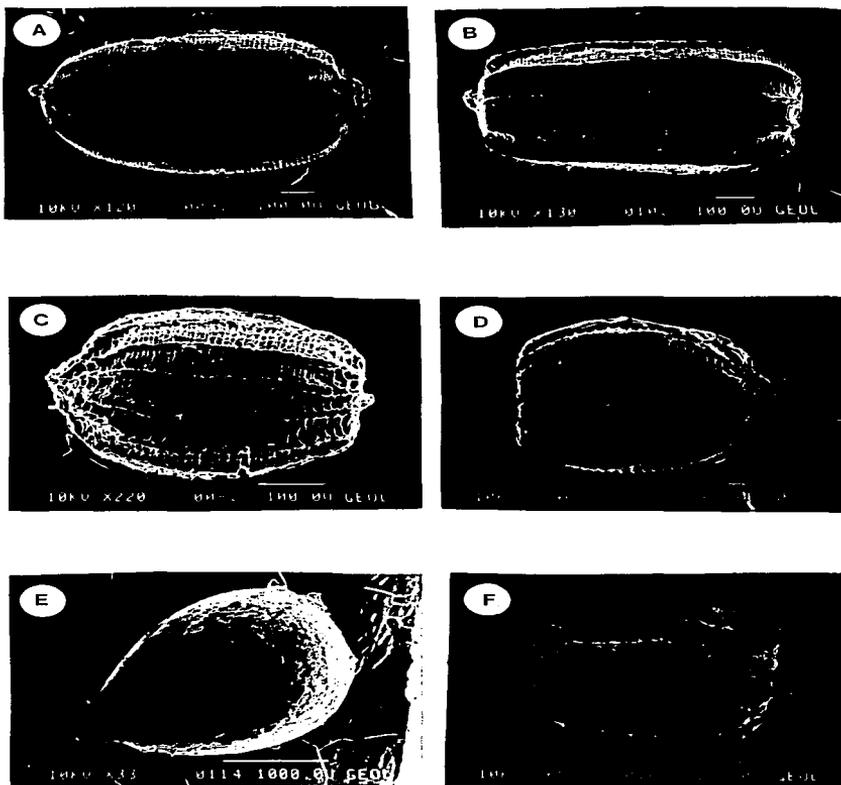


Figura 17. Semillas de las Pontederiaceae vistas al microscopio electrónico de barrido. A. *Heteranthera reniformis* (AN 992). B. *H. rotundifolia* (AN 1081). C. *H. seubertiana* (Breedlove 54427). D. *H. spicata* (Moreno 1420). E. *Pontederia sagittata* (AN 1088). F. *Heteranthera dubia* (Orozco y González 2). El número después de la X en la base de cada fotografía es el número de aumentos. La raya blanca en la parte inferior derecha es la escala que corresponde a 100 micras. AN= A. Novelo.

Tabla 3. Forma y proporción de las semillas de las Pontederiaceae mexicanas.

ESPECIE	PROPORCION * largo : ancho y media (\bar{X})	FORMA	COLECTOR / NUMERO**
<i>Eichhornia crassipes</i>	1.87-2.00, \bar{X} =1.92	elipsoide	A. Novelo 1079
<i>E. heterosperma</i>	chicas 2.72-3.33, \bar{X} =2.92 grandes 1.3-1.81, \bar{X} =1.64	cilíndrica elipsoide	Fassett 28627****
<i>E. paniculata</i>	0.94-1.37, \bar{X} =1.11	esférica a elipsoide	A. Novelo 1404
<i>Heteranthera dubia</i>	1.07-1.23, \bar{X} =1.13	esférica	A. Novelo s/n (Tab.)
<i>H. limosa</i>	1.38-1.60, \bar{X} =1.44 1.47-1.68, \bar{X} =1.62 1.47-1.56, \bar{X} =1.51	elipsoide	A. Novelo 1067 A. Novelo 1018 A. Novelo 1020
<i>H. mexicana</i>	0.89-1.13, \bar{X} =1.03 0.92-1.17, \bar{X} =1.02 1.03-1.20, \bar{X} =1.15	esférica esférica esférica	A. Novelo 1016 A. Novelo 852 Carranza 3466
<i>H. oblongifolia</i>	1.25-1.36, \bar{X} =1.31	elipsoide	A. Novelo 1066
<i>H. peduncularis</i>	1.66-1.85, \bar{X} =1.74	elipsoide	A. Novelo 1129
<i>H. reniformis</i>	1.71-2.11, \bar{X} =1.91	elipsoide	A. Novelo 935
<i>H. rotundifolia</i>	1.45-1.94, \bar{X} =1.77	elipsoide	A. Novelo 918
<i>H. seubertiana</i>	1.13-1.28, \bar{X} =1.18	elipsoide	Breedlove 54427
<i>H. spicata</i>	1.06-1.14, \bar{X} =1.10 1.25-1.33, \bar{X} =1.31	esférica elipsoide	Moreno 1420 *** Calderón 2378****
<i>Pontederia sagittata</i>	1.30-1.39, \bar{X} =1.34	cónica	A. Novelo 1088

* esféricas (1 a 1.2); elipsoides (1.21 a 2); cilíndricas (2.1 ó >); cónicas; *** Nicaragua; **** El Salvador.

Tabla 4. Tamaño de los granos de polen de acuerdo a la localización de los estambres, al tamaño de la anteras y la posición del estilo.

ESPECIE	Tamaño o Posición del estilo	Tamaño de los granos de polen (en micras)			Tamaño de los granos de polen (en micras)		Diferencia del tamaño del polen (en micras)	Colector/ Número **
		estambre corto	estambre medio	estambre largo	antera chica	antera grande		
<i>Eichhornia azurea</i>	largo	destruidos	44.73	-	-	-	-	Calix y Castillo 480
<i>E. crassipes</i>	medio	45.20	-	49.48	-	-	4.28	A. Novelo 1186
<i>E. paniculata</i>	semihomostilo	40.30	-	40.30	-	-	0	A. Novelo 1195
<i>Heteranthera cubia</i> *	homostilo	-	-	-	61.97	-	-	A. Novelo 1115
		-	-	-	80.61	-	-	Liebmann 1622
<i>H. limosa</i>	homostilo	-	-	-	44.50	45.66	1.16	A. Novelo 1018
		-	-	-	43.57	43.80	0.23	A. Novelo 1020
		-	-	-	45.66	45.43	-0.23	A. Novelo 1067
<i>H. mexicana</i>	homostilo	-	-	-	36.11	35.41	-0.7	A. Novelo 1016
		-	-	-	37.97	38.91	0.94	A. Novelo 852
		-	-	-	42.87	40.07	-2.8	Carranza 3466
<i>H. oblongifolia</i>	homostilo	-	-	-	42.63	42.87	0.24	A. Novelo 1066
<i>H. peduncularis</i>	homostilo	-	-	-	41.47	42.63	1.16	A. Novelo 1129
<i>H. reniformis</i>	homostilo	-	-	-	40.54	40.07	-0.47	A. Novelo 935
<i>H. rotundifolia</i>	homostilo	-	-	-	46.64	45.44	-1.2	A. Novelo 910
<i>H. seubertiana</i>	homostilo	-	-	-	37.51	36.11	-1.4	Breedlove 54427
<i>H. peduncularis x reniformis</i>	homostilo	-	-	-	malformados	malformados	-	A. Novelo 1097
<i>Pontederia rotundifolia</i>	medio	25.63	-	40.77	-	-	15.14	A. Novelo 1090
<i>Pontederia sagittata</i>	medio	21.20	-	45.66	-	-	24.46	A. Novelo 1088
	corto	-	32.62	43.10	-	-	10.48	A. Novelo 1088

* un solo tipo de antera.

pequeños. Sin embargo, se sabe que en *P. sagittata* la producción del polen tiende a ser inversamente proporcional con el nivel de las anteras; mientras que las anteras del nivel más alto producen los granos de polen más grandes, éstas poseen solamente una cuarta parte del número de granos de polen encontrados en las anteras del nivel más bajo (Glover y Barrett, 1983).

Barrett (1985) menciona que en *Eichhornia paniculata* el tamaño del saco polínico, el tamaño de los granos de polen y la producción de polen, también varían con la posición de las anteras dentro de una misma flor. En general, los estambres largos tienen los sacos polínicos más grandes, los cuales contienen los granos de polen de mayor tamaño pero en menor cantidad; mientras que los estambres cortos tienen los sacos polínicos más pequeños, al igual que los granos de polen pero en mayor cantidad.

En cuanto al número y tipo de aberturas dentro de las Pontederiaceae, había sido un tanto contradictorio en el pasado, puesto que algunos autores como Huynh (1976), quien estudió el arreglo de los granos de polen durante el desarrollo de la tétada, concluyó que, debido a la orientación de la abertura, esta es del tipo "sulco" por encontrarse en la cara polar distal, por lo que consideró que *Pontederia cordata* posee granos bi-sulcados. En el trabajo en donde citan a varias Pontederiaceae, Rao y Rao (1961) mencionan que *Eichhornia crassipes* y *Monochoria vaginalis* poseen granos mono y bi-sulcados, reticulados y con los sulcos sub-ecuatorialmente ubicados; para Raj y Saxena (1966), que estudiaron a *Eichhornia crassipes*, los granos de polen fueron anacolpados y ocasionalmente di-colpados y con la membrana densamente granular. Para Zavada (1983), las Pontederiaceae poseen el polen disulcado y con la exina detalladamente escabrosa a finamente reticulada. En cuanto a las tendencias evolutivas de las aberturas, Zavada (1984) concluye que dentro de las monocotiledóneas, los granos monosulcados son característicos de los taxa más primitivos y los tipos de abertura derivados de los granos monosulcados (p. ej.: zonosulcados, tricotomosulcados, disulcados y multiaperturados) son comunes de taxa avanzados, especialmente en las Liliales y Arecidae del sistema de Cronquist (1981).

Simpson (1987) mencionó que debido a que los granos diaperturados no han sido encontrados en otros taxa estrechamente relacionados con las Pontederiaceae, parece ser que esta característica constituye un carácter derivado único, y compartido solamente por los miembros de esta familia.

Simpson (1984 y 1987) observó la ultraestructura de los granos de polen de 8 géneros de Pontederiaceae, en donde se incluyó a *Eichhornia crassipes*, *Heteranthera reniformis*, *Hydrotrix gardneri*, *Monochoria vaginalis*, *Reussia (Pontederia) rotundifolia*, *Pontederia cordata*, *Scholleropsis lutea* y *Zosterella dubia*. Encontró que todas las especies tratadas presentaron granos diaperturados, con las aberturas en forma de sulco y con la ornamentación de la exina de la zona no aperturada verrugada, excepto *Pontederia*, la cual es psilada a escabrosa. Entre los taxa estudiados, la estructura de la pared de la exina exhibió una gradación entre 1) una exina uniestratificada, compuesta de elementos baculares lateralmente apretados y basalmente fusionados, representada por *Eichhornia e Hydrotrix*, 2) una exina biestratificada, con la capa exterior compuesta de elementos baculares lateralmente apretados y la interna formando una capa delgada o compuesta de elementos discretamente papilados, representada por *Reussia* y *Zosterella* y 3) una exina tectada columelada, diferente sin embargo de una típica estructura tectada columelada, ya que ésta tiene columelas cortas y delgadas y generalmente con elementos tectado-baculados, representada por *Monochoria*, *Pontederia* y *Scholleropsis*. El caso de *Heteranthera reniformis*, lo consideró intermedio entre los dos últimos grupos. En esta especie, la exina es principalmente tectada-columelada, con una capa basal delgada y discontinua, columelas cortas y un tectum comprendido de elementos baculares.

Simpson (1987) también concluye que ninguna otra familia de monocotiledóneas estudiadas hasta esa fecha, tienen la estructura de la exina que se asemeje a la de las Pontederiaceae y Haemodoraceae, con 1 a 2 estratos y no son tectados columelados. Por lo tanto, propuso que las semejanzas en la ornamentación de la exina y la estructura de los granos de polen entre miembros de las Pontederiaceae y Haemodoraceae son homólogas, características derivadas compartidas que soportan la estrecha y probable relación como grupos hermanos (sister-group) de las dos familias.

Dentro del presente trabajo se analizaron los granos de polen de prácticamente todas las especies de Pontederiaceae mexicanas. La descripción que a continuación se da de cada una de las especies está basada en observaciones de granos acetolizados, vistos en el microscopio óptico y en observaciones de granos no acetolizados procesados para ser vistos en el microscopio electrónico de barrido.

Es importante mencionar que todas las especies presentaron granos bisulcados.

Los sulcos abarcan una gran parte del grano y casi toda su longitud. La ornamentación predominante en la familia Pontederiaceae es la verrugada y algunas especies poseen alguna derivación de ésta, como la micro-verrugada y en otras es rugulada o ligeramente psilada. Todas las especies estudiadas presentaron los granos en mónadas, con excepción de *H. limosa* que los tuvo en tétradas. Se detectaron tres tipos de estructura en los granos, de acuerdo con la diferenciación de las capas de sexina y nexina. Dicha estructura corresponde a lo ya mencionado por Simpson (1987) y que aquí podemos clasificar como: 1) tectados: cuando la capa de nexina se observa diferenciada de la sexina, esta última puede presentar un sistema más o menos bien desarrollado de columnelas, las cuales forman un tectum o presentarse éstas de manera más discreta, 2) intectado: donde se reconocen dos capas, la sexina y la nexina. La sexina está compuesta por baculas con extremos verrugados muy apretados entre si y la nexina como una delgada capa basal, y por último 3) atectados: en donde no se pueden diferenciar la sexina de la nexina y se observa como una capa masiva, formada por los elementos verrugados (ver figuras 18-22).

En el caso del tamaño de los granos, se hicieron mediciones en material fijado en Farmer o de ejemplares de herbario. Los datos se encuentran en la tabla 4. Este material nos muestra la diferencia que existe entre los granos de polen entre las anteras ubicadas en dos diferentes verticilos en el caso de los generos *Eichhornia* y *Pontederia* y entre la antera grande y las chicas, en el caso del género *Heteranthera*. Como se puede observar en el caso de las especies de *Heteranthera*, la diferencia en el tamaño de los granos de polen en muchos casos es muy pequeña, inclusive en algunas especies como *H. limosa*, *H. mexicana*, *H. reniformis*, *H. rotundifolia* y *H. seubertiana*, los granos de las anteras chicas resultaron ser un poco más grandes que los de la antera grande, por lo que aparecen en la tabla con un valor negativo. Solamente se pudieron hacer mediciones de dos especies de *Eichhornia*, una correspondiente a *E. crassipes*, en donde la diferencia en tamaño entre los granos de las estambres largos resultaron ser de 4.28 micras más grandes que los estambres cortos. En el caso de *E. paniculata*, especie heterostilica en poblaciones de Brasil y Jamaica, en el caso de la colecta mexicana, resultó ser semihomostilica y como consecuencia de ésto, se encontró que la heteromorfia de los granos de polen se reduce, por lo que no hubo diferencia en el tamaño de los granos de polen entre los estambres largos y los cortos. Este hecho concuerda con lo propuesto

por Stebbins (1974) sobre las especies que viven en habitats pioneros, donde se lleva a cabo una transformación en el sistema reproductivo, favoreciéndose la autopolinización a través de cambios en la heterostilia y el tamaño de las flores.

En el género *Pontederia* la heteromorfia de los granos de polen resulta más evidente. Al comparar entre las dos especies de este género, *P. sagittata* es la especie que presentó la mayor diferencia, alcanzando el morfo floral con estilo medio, una diferencia de casi 25 micras entre los estambres largos y los cortos. Estos datos aquí encontrados, concuerdan con lo establecido por Barrett (1983), en donde menciona para el caso de *Pontederia*, que la ausencia de modificaciones florales en las tres especies estudiadas de este género, sugiere que el nivel de entrecruzamiento es suficiente para mantener el polimorfismo genético de la tristilia, en donde hay un marcado trimorfismo del polen.

Eichhornia azurea (figura 18 A-B). Ornamentación verrugada con un patrón regulado. Exina masiva, no se puede distinguir la estructura por lo que se reconocen como granos atectados. Granos en mónadas.

E. crassipes (figura 18 C-D). Ornamentación micro-verrugada con un patrón microrreticulado. Exina masiva, no se puede distinguir la estructura por lo que se reconocen como granos atectados. Granos en mónadas.

E. heterosperma. Ornamentación verrugada con un patrón regulado. Exina masiva, no se puede distinguir la estructura por lo que se reconocen como granos atectados. Granos en mónadas.

E. paniculata (figura 18 E-F). Ornamentación microverrugada con un patrón microrreticulado. Exina masiva, no se puede distinguir la estructura por lo que se reconocen como granos atectados. Granos en mónadas.

Heteranthera dubia (figura 19 A-B). Ornamentación verrugada con un patrón regulado. Exina intactada. La sexina se observa en una capa irregular en grosor. Granos en mónadas.

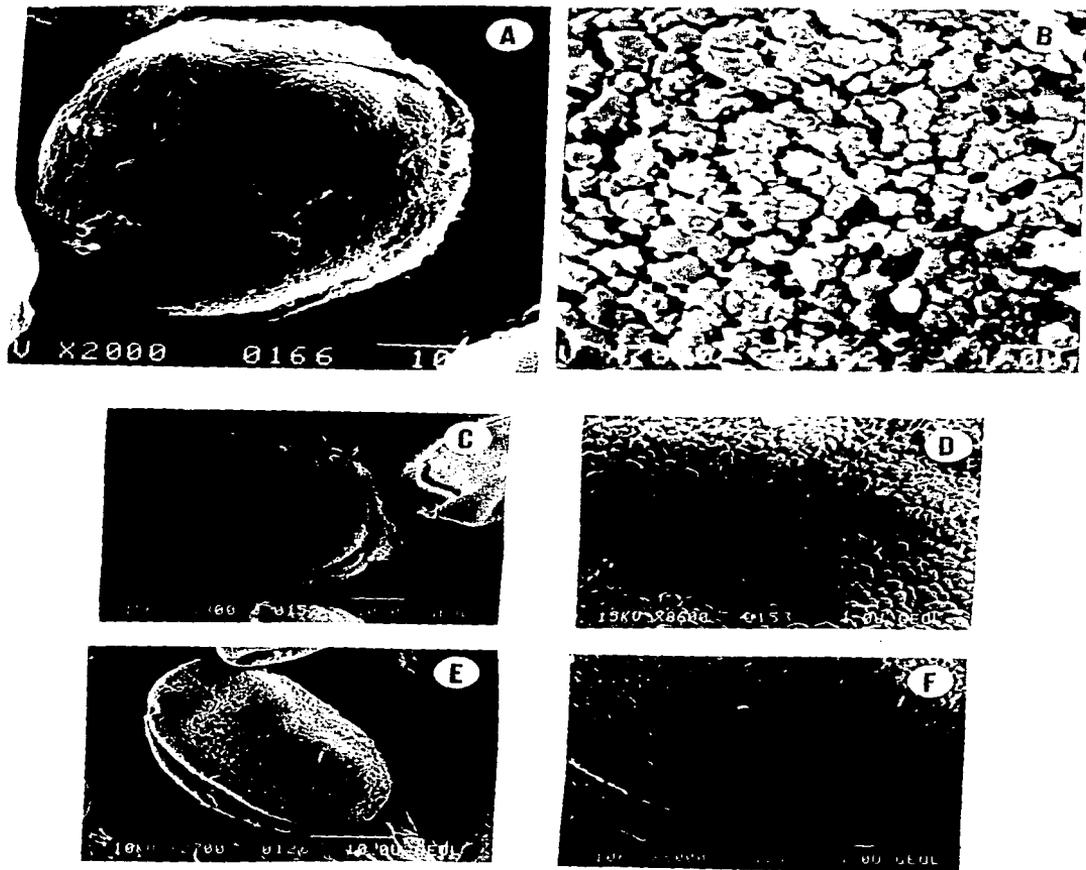


Figura 18. Granos de polen de las Pontederiaceae vistos al microscopio electrónico de barrido. La hilera izquierda corresponde a la vista general del grano donde se observan las aberturas, del lado derecho detalle de la ornamentación. A-B. *Eichhornia azurea* (Lot y Novelo, 1262). C-D. *E. crassipes* (AN 1079). E-F. *E. paniculata* (AN 1195). El número después de la X en la base de cada fotografía es el número de aumentos. La raya blanca en la parte inferior derecha es la escala, en micras. AN= A. Novelo.

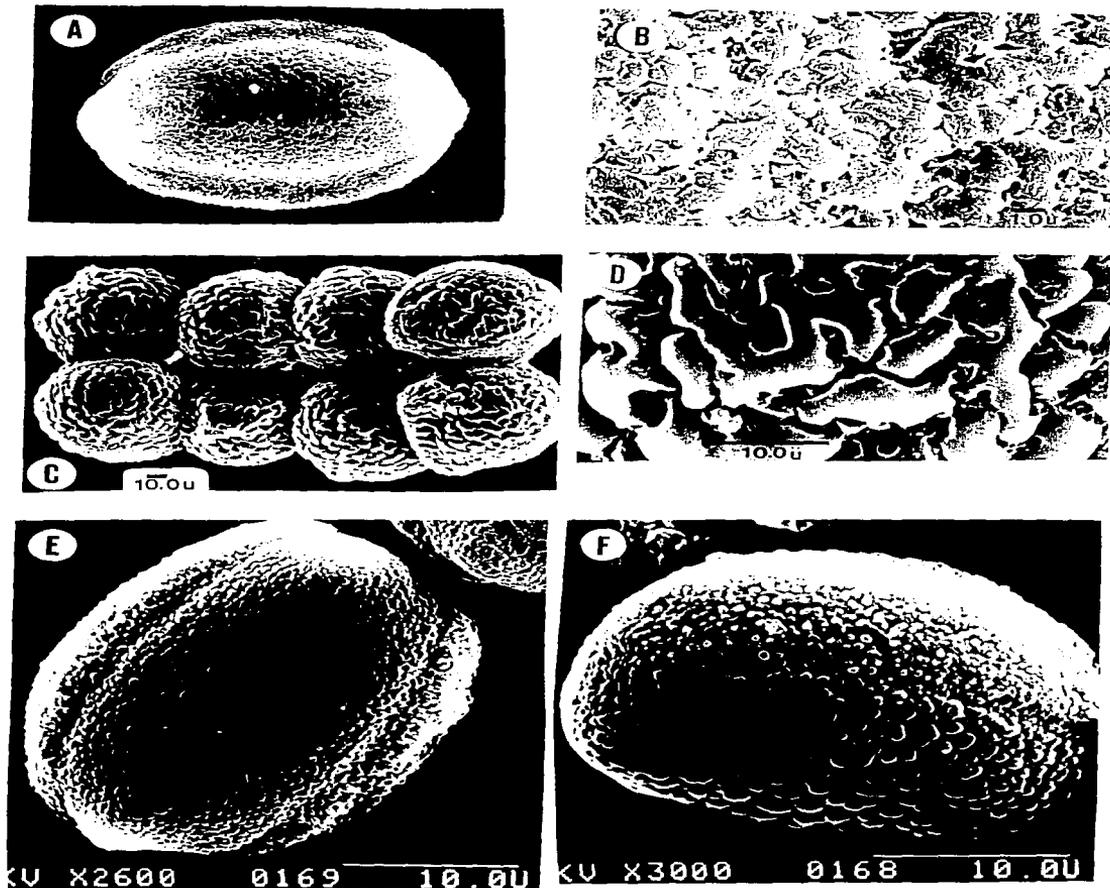


Figura 19. Granos de polen de las Pontederiaceae vistos al microscopio electrónico de barrido. La hilera izquierda corresponde a la vista general del grano donde se observan las aberturas, del lado derecho detalle de la ornamentación. A-B. *Heteranthera dubia* (AN 799). C-D. *H. limosa* (AN 1067). E-F. *H. mexicana* (AN 1016). El número después de la X en la base de cada fotografía es el número de aumentos. La raya blanca o negra es la escala, en micras. AN= A. Novelo.

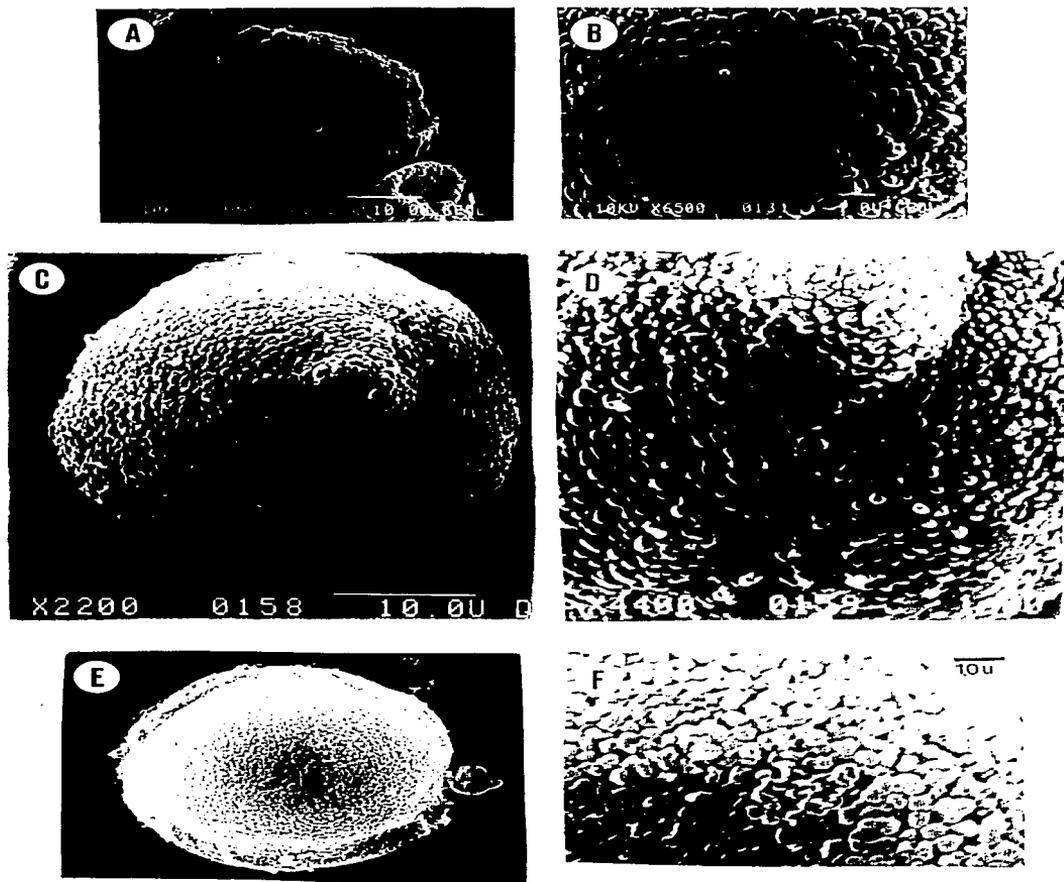


Figura 20. Granos de polen de las Pontederiaceae vistos al microscopio electrónico de barrido. La hilera izquierda corresponde a la vista general del grano donde se observan las aberturas, del lado derecho detalle de la ornamentación. A-B. *Heteranthera oblongifolia* (AN 1066). C-D. *H. peduncularis* (AN 1309). E-F. *H. reniformis* (AN 935). El número después de la X en la base de cada fotografía es el número de aumentos. La raya blanca o negra es la escala, en micras. AN= A. Novelo.

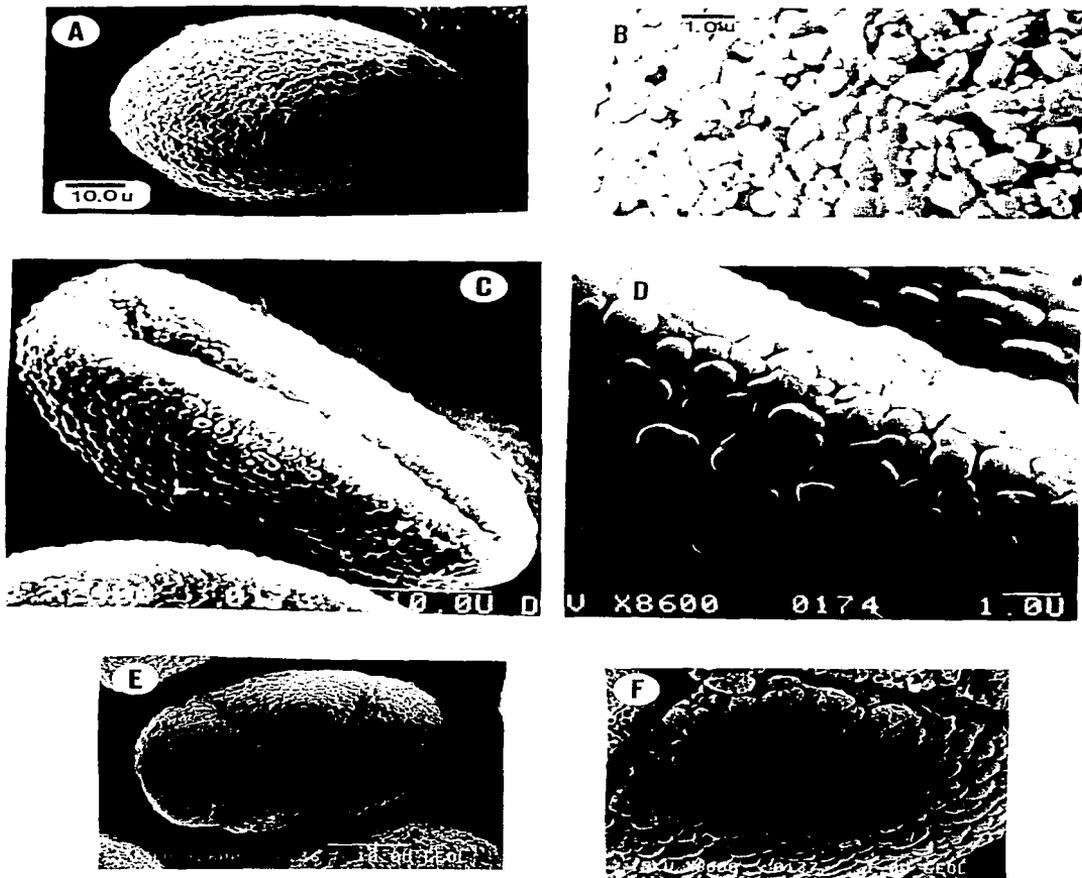


Figura 21. Granos de polen de las Pontederiaceae vistos al microscopio electrónico de barrido. La hilera izquierda corresponde a la vista general del grano donde se observan las aberturas, del lado derecho detalle de la ornamentación. A-B. *Heteranthera rotundifolia* (AN 910). C-D. *H. seubertiana* (AN 1286). E-F. *Pontederia sagittata* (AN 1088). El número después de la X en la base de cada fotografía es el número de aumentos. La raya blanca o negra es la escala, en micras. AN= A. Novelo.

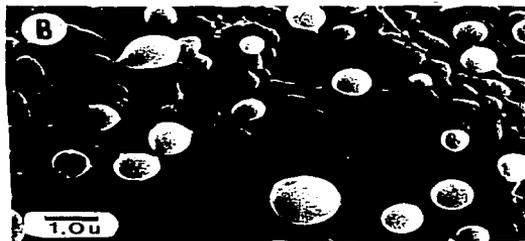
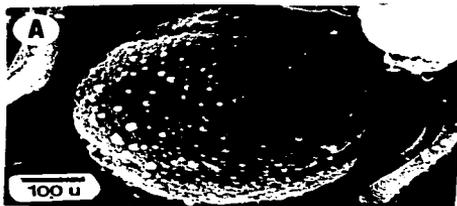


Figura 22. Granos de polen de las Pontederiaceae vistos al bajo el microscopio electrónico de barrido. La hilera izquierda corresponde a la vista general del grano donde se observan las aberturas, del lado derecho detalle de la ornamentación. A-B. *Pontederia rotundifolia* (AN 1090). La raya negra es la escala, en micras. AN= A. Novelo.

H. limosa (figura 19 C-D). Ornamentación rugulada, las rugas de gran tamaño. Exina tectada. Hacia las aberturas la ornamentación cambia a micro-verrugada. Exina intectada. Granos en tétradas.

H. mexicana (figura 19 E-F). Ornamentación verrugada con un patrón microrreticulado. Exina tectada. Granos en mónadas.

H. oblongifolia (figura 20 A-B). Ornamentación verrugada. Exina tectada. Granos en mónadas.

H. peduncularis (figura 20 C-D). Ornamentación verrugada con un patrón rugulado. Exina tectada. Granos en mónadas.

H. reniformis (figura 20 E-F). Ornamentación verrugada. Exina tectada. Granos en mónadas.

H. rotundifolia (figura 21 A-B). Ornamentación rugulada. Exina tectada. Hacia las aberturas cambia a micro-verrugada intectada. Granos en mónadas.

H. seubertiana (figura 21 C-D). Ornamentación verrugada con un patrón microrreticulado. Exina tectada. Granos en mónadas.

Pontederia sagittata (figura 21 E-F). Ornamentación verrugada con un patrón rugulado. Exina tectada. Granos en mónadas.

Pontederia rotundifolia (figura 22 A-B). Ornamentación verrugada con un patrón rugulado. Exina tectada. Granos en mónadas.

De de las Pontederiaceae mexicanas aquí estudiadas, se pueden ver claramente las tendencias evolutivas de las monocotiledóneas propuestas por Zavada (1984) y vistas de manera particular para esta familia por Simpson (1987), en donde predominan los granos con una estructura tectada columelada en los géneros *Heteranthera* y *Pontederia*

pasando por una estructura intectada representada por *Heteranthera dubia* hasta la predominantemente atectada en el género *Eichhornia* (tabla 5). En cuanto a la ornamentación, predominó la verrugada en los tres géneros que habitan en México (*Eichhornia*, *Heteranthera* y *Pontederia*) y solamente hubo variación hacia la microverrugada en *E. crassipes* y *E. paniculata* y rugulada en *H. limosa* y *H. rotundifolia* (tabla 5).

Cromosomas. Los recuentos cromosómicos realizados en este trabajo sobre las Pontederiaceae mexicanas abarcaron a dos especies de *Eichhornia*, seis especies de *Heteranthera*, más el híbrido putativo y dos especies de *Pontederia* (ver tabla 5). Los recuentos en el género *Eichhornia* no concordaron totalmente con los reportes que se tenían de algunas especies. En el caso de *E. crassipes* de tres reportes que se tienen casi todos coinciden en $2n=32$, sin embargo también se han registrado diversos citotipos tales como $2n=30$ y 58 . En el caso del recuento realizado en *E. azurea*, de $2n=14$, resultó menor al publicado por Eckenwalder y Barrett (1986) de $n=16$ (ver figura 24).

Para las especies de *Heteranthera*, también existió discrepancia entre los resultados obtenidos y los recuentos anteriormente publicados. *H. dubia* tuvo menos cromosomas que los encontrados por Horn (1985); sin embargo en nuestro estudio fue evidente la presencia de satélites en al menos dos cromosomas, lo que algunas veces puede ser interpretado como diferentes cromosomas, especialmente si éstos son de gran tamaño y muchas veces en las preparaciones citológicas quedan separados del cuerpo principal del cromosoma (ver figura 24G). Se tuvo la oportunidad de procesar diferentes muestras de *H. limosa*, especialmente con flores blancas y con flores moradas. El resultado obtenido fue que el número diploide varió entre $2n=14$ (flores moradas) y $2n=16$ (flores moradas y blancas). Registros previos citaban un número de $2n=14$ (ver figura 23C, D y E). El recuento realizado en *H. oblongifolia* coincidió con los realizados por Eckenwalder y Barrett (1986) y Horn (1985) de $2n=14$.

Otro de los casos que tampoco coincidió, fue el de *H. reniformis*. En este estudio se encontraron números de $2n=32$ y lo que se conocía previamente era de $2n=48$, tanto de Costa Rica como de Sudamérica (ver figura 24B). Por lo tanto por primera vez se informa de un nuevo citotipo para *H. reniformis*.

H. rotundifolia al parecer presenta dos cromosomas con satélites bastante

Tabla 5. Tabla comparativa del número de sulcos, tipo de ornamentación y tipo de estructura de los granos de polen de las Pontederiaceae mexicanas.

ESPECIE	Número de sulcos	Tipo de ornamentación	Tipo de estructura
<i>Eichhornia azurea</i>	2	verrugada	ateclada
<i>E. crassipes</i>	2	microverrugada	ateclada
<i>E. heterosperma</i>	2	verrugada	ateclada
<i>E. paniculata</i>	2	microverrugada	ateclada
<i>Heteranthera dubia</i>	2	verrugada	intectada
<i>H. limosa</i>	2	rugulada	teclada
<i>H. mexicana</i>	2	verrugada	teclada
<i>H. oblongifolia</i>	2	verrugada	teclada
<i>H. peduncularis</i>	2	verrugada	teclada
<i>H. reniformis</i>	2	verrugada	teclada
<i>H. rotundifolia</i>	2	rugulada	teclada
<i>H. seubertiana</i>	2	verrugada	teclada
<i>Pontederia rotundifolia</i>	2	verrugada	teclada
<i>P. sagittata</i>	2	verrugada	teclada

Tabla 6. Cuadro donde se resumen los conteos cromosómicos reportados en la literatura y los realizados en este trabajo.

ESPECIE	n	2n	Localidad	Referencia
<i>Eichhornia azurea</i>	16	14	No se indica México (Tabasco: Novelo sin número)	Eckenwalder y Barrett, 1986 Novelo (en este estudio)
<i>E. crassipes</i>	16	32 32 32 30,58	No se indica México (Veracruz: Novelo 1107) No se indica No se indica No se indica	Eckenwalder y Barrett, 1986 Novelo (en este estudio) Krishnappa, citado por Gopal, 1987 Sharma y Talukdar, citados por Gopal, 1987 Banerjee, citado por Gopal, 1987
<i>E. heterosperma</i>	15		Venezuela (Guárico: Barrett 1123)	Eckenwalder y Barrett, 1986
<i>E. paniculata</i>	8		No se indica	Eckenwalder y Barrett, 1986
<i>Heteranthera dubia</i>		30 28	Estados Unidos (Ohio: Roberts 5625) México (Oaxaca: Novelo 1115)	Horn, 1985 (fotocopia parcial) Novelo (en este estudio)
<i>H. limosa</i>		14 14 16 14 16	Nicaragua (Granada: Haynes 8605) Argentina (Corrientes: Wiersema 2276) México (Morelos: Novelo 1062) México (Oaxaca: Novelo 1067) México (Chiapas: Novelo 1069)	Horn, 1985 (fotocopia parcial) Horn, 1985 (fotocopia parcial) Novelo (en este estudio) Novelo (en este estudio) Novelo (en este estudio)
<i>H. multiflora</i>		32 32	Brasil (Alagoas: Horn 519) Estados Unidos (Kansas: Horn 549)	Horn, 1985 (fotocopia parcial) Horn, 1985 (fotocopia parcial)
<i>H. oblongifolia</i>	7	14 14	Brasil (Alagoas: Barrett y Shore 1402) Brasil (Alagoas: Horn 511) México (Oaxaca: Novelo 1066)	Eckenwalder y Barrett, 1986 Horn, 1985 (fotocopia parcial) Novelo (en este estudio)
<i>H. reniformis</i>	24	32 48 48	Costa Rica (Guanacaste: Barrett 1055) México (Morelos: Novelo 1096) Venezuela (Apure: Wiersema 2231) Argentina (Corrientes: Wiersema 2246)	Eckenwalder y Barrett, 1986 Novelo (en este estudio) Horn, 1985 (fotocopia parcial) Horn, 1985 (fotocopia parcial)

<i>H. rotundifolia</i>		14	Nicaragua (Chontales: Haynes 8582)	Horn, 1985 (fotocopia parcial)
		14	Brasil (Alagoas: Horn 512)	Horn, 1985 (fotocopia parcial)
		16	México (Morelos: Novelo 1061)	Novelo (en este estudio)
		16+1B	México (Chiapas: Novelo 1070)	Novelo (en este estudio)
<i>H. seubertiana</i>		48	Brasil (Pernambuco: Horn 525)	Horn, 1985 (fotocopia parcial)
		16	México (Chiapas: Novelo sin número)	Novelo (en este estudio)
<i>H. spicata</i>		16	Nicaragua (León: Haynes 8618)	Horn, 1985 (fotocopia parcial)
<i>H. peduncularis X reniformis</i>		28	México (Morelos: Novelo 1097)	Novelo (en este estudio)
<i>H. zosterifolia</i>		14	Cultivada? (Horn 660)	Horn, 1985 (fotocopia parcial)
<i>Monochoria korsakowii</i>		52	URSS. Primorskiy Kray	Sokolovskaya, 1966 (citado por Cook, 1989).
<i>Pontederia cordata</i>	8		Estados Unidos; Belize	Lowden, 1973
	8		Brasil (Mato Grosso: Barrett 1124)	Eckenwalder y Barrett, 1986
<i>P. parviflora</i>	8		Panamá	Lowden, 1973
<i>P. rotundifolia</i>	16		Honduras; Nicaragua; Costa Rica; El Salvador	Lowden, 1973
		30	México (Veracruz: Novelo 1090)	Novelo (en este estudio)
<i>P. sagittata</i>	8		México; Guatemala; Honduras	Lowden, 1973
		16	México (Veracruz: Calzada 17554)	Novelo (en este estudio)

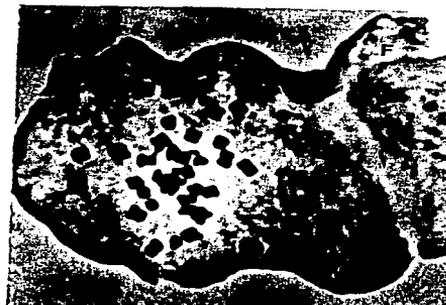
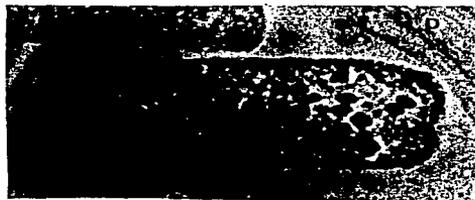
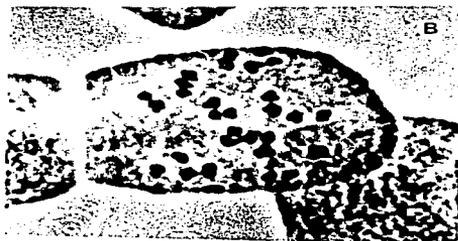


Figura 23. Células radiculares en metafase en donde se muestran los cromosomas. A. *Eichhornia azurea* (AN s.n., $2n=14$). B. *E. crassipes* (AN 1107, $2n=32$). C. *Heteranthera limosa* (AN 1062, $2n=16$). D. *H. limosa* (AN 1069, $2n=16$). E. *H. limosa* (AN 1067, $2n=14$). F. Híbrido putativo entre *H. peduncularis* x *H. reniformis* (AN 1097, $2n=28$). Todas las fotos están al mismo aumento. La línea negra representa 10 micras. AN= A. Novelo.

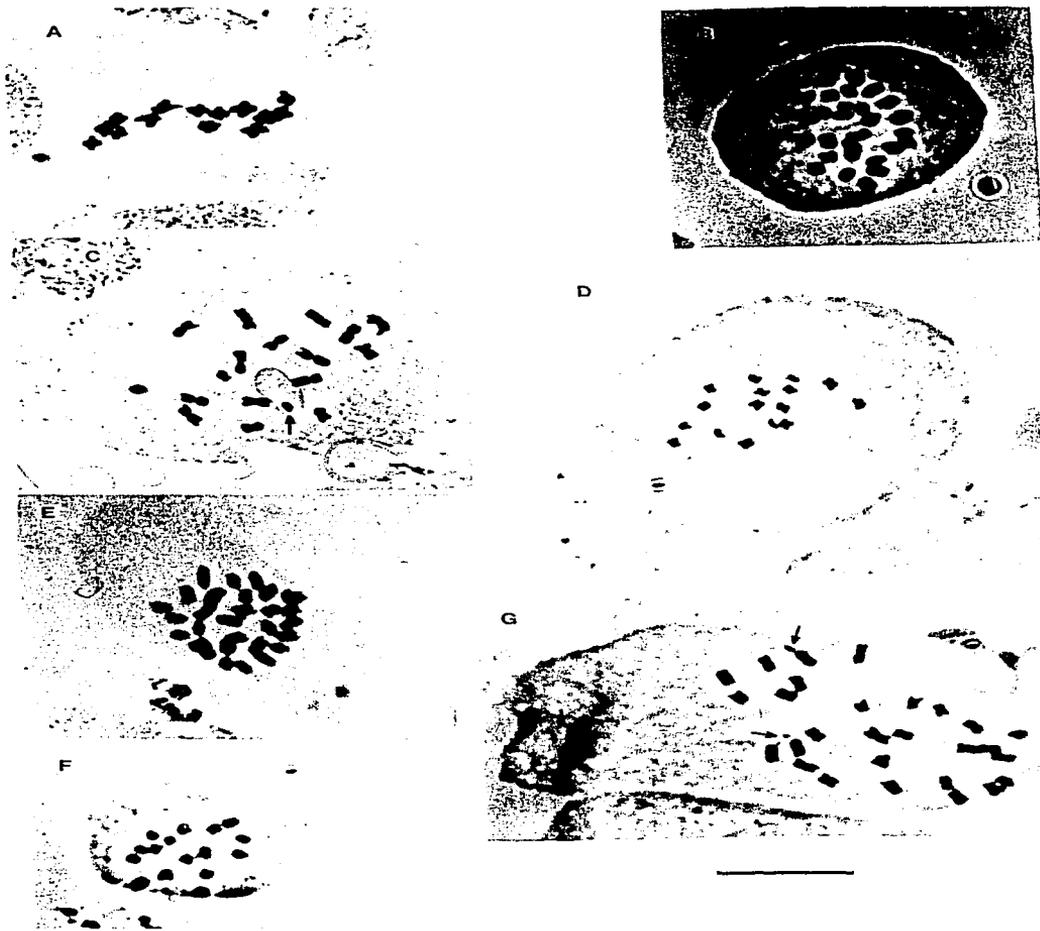


Figura 24. Células radiculares en metafase en donde se muestran los cromosomas. A. *Heteranthera oblongifolia* (AN 1066, $2n=14$). B. *H. reniformis* (AN 1092, $2n=32$). C. *H. rotundifolia* (AN 1070, $2n=16+1B$). D. *H. seubertiana* (AN s.n., $2n=16$). E. *Pontederia rotundifolia* (AN 1090, $2n=30$). F. *P. sagittata* (l. Calzada 17554, $2n=16$). G. *Heteranthera dubia* (AN 1115, $2n=28$). Todas las fotos están al mismo aumento. La línea negra representa 10 micras. AN= A. Novelo. Las flechas señalan los centrómeros que tienen algunos cromosomas.

grandes. Se considera que esta especie requiere de un estudio posterior más detallado, especialmente sobre el comportamiento del par de cromosomas con satélites durante la división. Los dos recuentos realizados en el presente trabajo resultaron en números de $2n=16$, en contraste a lo anteriormente registrado de $2n=14$ (ver figura 24C).

Con respecto a *H. seubertiana*, el recuento obtenido fue mucho menor ($2n=16$) a lo previamente encontrado por Horn (1985) de $2n=48$ y podría reforzar la decisión de considerar a la especie mexicana como un taxon diferente de su contraparte brasileña. Mayores estudios se requieren para sustentar lo anteriormente dicho (ver figura 24D).

El número cromosómico del híbrido putativo entre *H. peduncularis* y *H. reniformis*, que se registró para esta especie fue de $2n=28$. Aunque se intentó coleccionar a los posibles progenitores en el lugar donde vivía esta especie, para confirmar su origen híbrido, desafortunadamente la localidad había sido perturbada grandemente, debido a que se encuentra en el nacimiento de un río y ahora existe un balneario ejidal, donde se han realizado obras de relleno y drenaje de toda la zona inundada que era donde crecía la planta. Los progenitores tampoco fueron encontrados y la duda todavía persiste. De los estudios morfológicos aquí realizados, se deduce que este híbrido presenta características propias de cada uno de sus progenitores y algunas intermedias y que serán expuestas en la sección del tratamiento taxonómico al final de la descripción de *Heteranthera* (ver figura 23F).

Por último, en cuanto a las especies de *Pontederia* aquí estudiadas, *P. sagittata* coincidió con los recuentos previos hechos por Lowden (1973), de $2n=16$. En el caso de *P. rotundifolia* el número cromosómico aquí encontrado fue de $2n=30$, mientras que los reportes que se tienen de esta especie son de $n=16$ (ver figura 24E).

De los resultados citogenéticos obtenidos en el presente trabajo, sobresale el hecho de que se registra por primera vez en la familia Pontederiaceae la formación de híbridos en su ambiente natural.

En resumen, se puede decir que el número básico para las Pontederiaceae que habitan en México y que comprenden tres géneros, es probablemente $x=8$. Son frecuentes las aneuploidías y las poliploidías, resultando frecuentemente números diploides de 14, 16, 28, 30 y 32. Se requerirán estudios cariológicos más profundos y completos de las Pontederiaceae para llegar a mejores conclusiones.

Análisis de la información.

Fenética. Las principales ventajas de la taxonomía numérica estriban en la repetición y la objetividad de sus métodos. Si las observaciones son repetibles (dentro de un error aceptable) y si los procedimientos taxonómicos están claramente circunscritos, se espera que los métodos numéricos permitirán que diferentes científicos que estén empleando la misma base de datos y trabajando independientemente, puedan obtener estimaciones comparables de la semejanza entre cualquier grupo de organismos (Sneath y Sokal, 1973).

La taxonomía fenética resulta en un sistema de clasificación basado en la similitud total de los organismos (Sokal, 1986). Las relaciones fenéticas han sido definidas por Cain y Harrison (1960) como el arreglo de todas las similitudes, basadas en todos los caracteres disponibles, sin darles ningún peso. Se ha demostrado repetidamente que las técnicas utilizadas por la taxonomía fenética, tales como el método de agrupamiento UPGMA (Unweighted pair-group method using arithmetic averages), es de los enfoques más comúnmente usados y está basado en matrices de correlación o de distancia (Sokal, 1986). En fenética una clasificación natural es definida como aquella en la cual los miembros de cada taxon en cada nivel son, en promedio, más similares entre ellos que entre otros miembros de otros taxa a niveles correspondientes. Puesto que la clasificación debe estar basada en toda la información disponible, incluyendo características estructurales tanto superficiales como internas de los organismos, las similitudes deben ser computadas en matrices de datos que describan los caracteres de las Unidades Taxonómicas Operacionales (OTU's) que están siendo clasificadas.

A pesar de las grandes ventajas que ofrece la fenética, existen algunas desventajas que podemos resumir de la siguiente manera, (Sneath y Sokal, 1973): 1) incongruencia entre las clasificaciones basadas en diferentes partes del cuerpo o diferentes etapas de la historia de vida, 2) diferencias en las estimaciones de relación producidas por el uso de diferentes coeficientes de similitud, 3) diferencias en la interpretación de relaciones producidas por diferentes métodos de agrupamiento y 4) el posible efecto de procesos biológicos tales como los paralelismos y convergencias en los juicios taxonómicos basados sobre las estimaciones de las relaciones fenéticas.

Del fenograma producido (ver figura 25), se puede observar que las

Fenograma de similitud de las Pontederiaceae

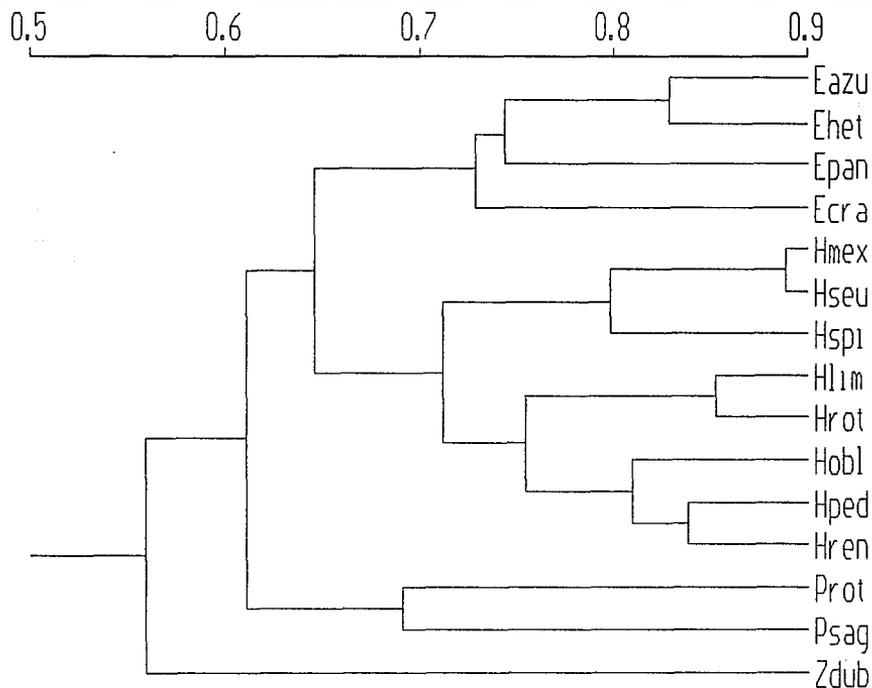


Figura 25. Fenograma que ilustra las relaciones fenéticas entre las Pontederiaceae mexicanas. Eazu (*Eichhornia azurea*); Ehet (*E. heterosperma*); Epan (*E. paniculata*); Ecr a (*E. crassipes*); Hmex (*Heteranthera mexicana*); Hseu (*H. seubertiana*); Hspi (*H. spicata*); Hlim (*H. limosa*); Hrot (*H. rotundifolia*); Hobl (*H. oblongifolia*); Hped (*H. peduncularis*); Hren (*H. reniformis*); Prot (*Pontederia rotundifolia*); Psag (*P. sagittata*) y Zdub (*Zosterella dubia*). Coeficiente utilizado: SM (Simple matching coefficient). Coeficiente de comparación simple, algoritmo de clasificación utilizado: UPGMA.

Pontederiaceae mexicanas se agruparon de acuerdo con la delimitación genérica que actualmente prevalece en la literatura taxonómica y florística. Los grupos que se diferenciaron están integrados por cuatro géneros *Eichhornia*, *Heteranthera*, *Pontederia* y *Zosterella*.

Dentro del grupo de *Eichhornia* las especies que resultaron ser más similares fueron *E. azurea* y *E. heterosperma* y asociadas a éstas dos quedaron *E. paniculata* y *E. crassipes*. El segundo grupo comprende a las ocho especies de *Heteranthera*, que a su vez quedaron separadas en dos conjuntos. Uno de los puntos más interesantes que se puede observar en el primer conjunto, es que *Heteranthera mexicana*, la cual ha sido considerada por algunos autores como *Eurystemon*, un género monoespecífico afín a *Heteranthera*, en este análisis quedó integrado al género *Heteranthera* y cercano a *H. seubertiana* y a *H. spicata*. El segundo conjunto quedó integrado por dos especies muy similares y que por mucho tiempo han sido consideradas y/o confundidas en una sola, *H. limosa* sensu lato. Por lo tanto, el fenograma reflejó dicha cercanía. Por otro lado se agruparon dos especies también reconocidas ampliamente como cercanas, *H. peduncularis* y *H. reniformis*. Prueba de esta proximidad tal vez esté reflejada en los híbridos estériles encontrados en al menos tres ocasiones entre estas dos especies, con características intermedias y que se mencionan en el apartado de la descripción de los taxa. Cercana a estas dos especies se agrupó *H. oblongifolia*.

El tercer grupo incluye a las dos especies de *Pontederia* que habitan en México. En este análisis resultaron más parecidas al género *Heteranthera* que a *Eichhornia*. Por último, *Heteranthera dubia* fue la especie más disímil del análisis y apoyaría la propuesta de mantenerse en un género diferente y comúnmente utilizado en gran parte de su área de distribución, bajo el nombre de *Zosterella*.

El arreglo a nivel de secciones propuesto por Solms-Laubach (1883) y de tribus y secciones propuesto por Schwartz (1927) para las Pontederiaceae, no corresponden a lo obtenido en este estudio fenético a pesar de que aquí solamente consideramos a las Pontederiaceae presentes en México. Aunque este estudio contiene un menor número de especies, podemos ver que de las diferencias son fundamentales a nivel genérico, ya que ambos autores mantienen a *Zosterella dubia* dentro del género *Heteranthera* y el género *Reussia* lo mantienen segregado de *Pontederia*.

Cladística. La cladística ha venido a ser una de las herramientas preferidas en la biología comparativa (Siebert, 1992). La cladística es un método de la sistemática, el cual es usado para reconstruir genealogías de organismos y para construir clasificaciones. Sin embargo, es también un acercamiento general a la clasificación el cual puede ser usado para organizar y comparar información y ha sido usada independientemente, tanto en lingüística como en biogeografía y otras áreas del conocimiento (Scotland, 1992).

De acuerdo con Scotland (1992), los axiomas en cladística son: a) La jerarquía de la naturaleza es descubierta y representada efectivamente por un diagrama de ramificación, b) los caracteres cambian su estatus a diferentes niveles jerárquicos. Los caracteres dentro de un grupo bajo estudio que están presentes en todos los miembros del grupo o tienen una distribución mayor que el grupo en estudio (plesiomorfias), no pueden indicar relación dentro del grupo bajo estudio, c) la congruencia del carácter es el criterio decisivo para distinguir la homología (sinapomorfia) de la no homología (homoplasia) y d) el principio de parsimonia maximiza la congruencia de los caracteres.

Para Owen (1843) citado por Scotland (1992), la homología fue considerada como la señal del descubrimiento de la jerarquía natural, mientras que la analogía fue considerada ser engañosa.

Hennig (1966) diferenció la similitud primitiva de la similitud avanzada y llamó a éstas plesiomorfias y apomorfias respectivamente. Partió de que la evolución ha ocurrido y que los caracteres compartidos entre los organismos fueron el resultado de la herencia compartida. El posteriormente razonó que sólo los caracteres derivados compartidos (sinapomorfias) son evidencia exclusiva de que tienen un ancestro común (estrictamente monofilia).

Si dos especies comparten un mismo estado de carácter que ha sufrido una evolución independiente, es decir, obtenido a través de dos eventos evolutivos separados (por medio de dos distintos ancestros), entonces el carácter es homoplásico. La homoplasia (no homología) engloba tanto a las convergencias como a los paralelismos evolutivos. En los paralelismos ocurre un desarrollo independiente de caracteres semejantes a partir de un mismo estado de carácter plesiomórfico, lo que lleva a postular un mismo ancestro común para ellos, aunque no inmediato. Por otra parte, los caracteres convergentes nunca comparten un ancestro común, al menos en los niveles más próximos de universalidad. Un tercer tipo de homoplasia son las reversiones, es decir,

el cambio de un estado de carácter de una condición apomórfica a una plesiomórfica (Sneath y Sokal, 1973; Villaseñor y Dávila, 1992). Sin embargo, algunas veces la distinción entre paralelismos y convergencias es difícil de visualizar, por lo que se podría unificar ambas condiciones en una sola, pues se consideran finalmente como homoplasias.

El análisis cladístico llevado a cabo utilizando el programa PAUP, dio como resultado 15 cladogramas, todos ellos igualmente parsimoniosos. Tuvieron un índice de consistencia de 0.440 y una longitud de 166 cambios en los estados de carácter. El cladograma de consenso estricto se muestra en la figura 26 y uno de los 15 árboles obtenidos aparece en la figura 27. Cabe hacer notar que con la finalidad de mostrar el comportamiento de cada uno de los caracteres a través del cladograma, se corrió la misma matriz en el programa Hennig y el cladograma obtenido aparece en la figura 27, tiene la misma longitud, topología, presenta el mismo índice de consistencia y tiene un índice de retención de 62.

Entre las consistencias que se observan en todos los árboles obtenidos se pueden anotar en los siguientes puntos:

- a) Las Pontederiaceae son en general, un grupo con muchas homoplasias. El 56% de los cambios de los estados de caracteres son homoplásicos.
- b) Se obtuvieron dos cladogramas claramente diferenciados, el primero agrupa a los géneros *Eichhornia* y *Pontederia* y el segundo al género *Heteranthera*.
- c) Dentro del clado de *Heteranthera* quedaron integrados los géneros que algunos autores han considerado como géneros separados; ellos son *Eurystemon* (aquí representado por *Heteranthera mexicana*) y *Zosterella* (aquí representado por *Heteranthera dubia*).
- d) Aparecen como grupos monofiléticos los géneros *Pontederia* (con seis sinapomorfias) y *Heteranthera* (con dos sinapomorfias) y como parafilético *Eichhornia*.
- e) Se encontraron varias politomías, una entre tres especies de *Pontederia* (*P. cordata*, *P. parviflora* y *P. sagittata*) y varias entre los pequeños grupos de especies en el género *Heteranthera*.
- f) Ninguna de las politomías anteriormente mencionadas produce cambios significativos en el arreglo final de parentesco entre los grupos de especies, ya que las especies solamente cambian su posición entre ellas. Ver el cladograma de consenso

estricto de la figura 26.

g) Los géneros *Eichhornia* y *Pontederia* son grupos hermanos.

h) Dentro del género *Heteranthera* aparecen diferenciados tres grupos de especies: 1) Las especies *H. limosa* y *rotundifolia*, 2) Las especies *H. mexicana*, *H. seubertiana*, *H. spicata*, *H. multiflora*, *H. reniformis*, *H. callaefolia* y *H. peduncularis* y 3) Las especies *H. zosteriaefolia* y *H. dubia*.

i) La única especie de *Heteranthera* que se ubicó en diferentes posiciones en algunos de los árboles fue *H. oblongifolia*. En 12 de los 15 árboles obtenidos se ubicó como especie hermana de *H. limosa* - *H. rotundifolia* y en tres árboles quedó como especie hermana de dos pares de especies: *H. limosa* - *H. rotundifolia* y *H. zosteriaefolia* - *H. dubia*. Sin embargo, en ningún caso hubo algún cambio significativo en la posición del resto de las especies de *Heteranthera*.

j) Las especies de *Pontederia* se dividieron en dos grupos. Dichos grupos coincidieron con los subgéneros que habían sido propuestos por Lowden (1973) de acuerdo a la evidencia morfológica, citológica y química que el utilizó.

Las sinapomorfias que definen al género *Pontederia* como grupo monofilético están representadas por los caracteres 39, 41, 42, 43, 45 y 46, que corresponden respectivamente al número de óvulos (1), tipo de placentación (apical), lóculos abortados (presentes), tipo de fruto (utrículo), tipo de perigonio (ornamentado) y la superficie de la semilla (lisa).

El género *Pontederia* se define como un grupo monofilético y se caracteriza por cambios a nivel del ovario y reducción en el número de partes. Dicha reducción abarca el número de lóculos, en donde dos de ellos abortan y solamente uno permanece funcional y al número de óvulos que se reducen a uno solo. Al haber un solo óvulo, la placentación también se transforma y se convierte en apical. Todos estos cambios redundan en el tipo de fruto que de ser una cápsula en el resto de los géneros estudiados, aquí se convierte en un utrículo. La pared externa igualmente sufre modificaciones y en lugar de ser un fruto liso, el perigonio posee emergencias que probablemente tengan que ver con un cambio en el tipo de dispersión. Al transformarse el fruto en la parte importante de diseminación, las semillas pierden todas las ornamentaciones representadas por costillas y se convierten en estructuras bastante más grandes y de superficie lisa.

En el análisis realizado por Eckenwalder y Barrett (1986), el género *Pontederia* estuvo definido como un grupo monofilético, definido por cuatro sinapomorfias, resultados que básicamente concuerdan con lo aquí encontrado. Las sinapomorfias que estos dos autores utilizaron corresponden a: 1) número de óvulos (uno), 2) tipo de fruto (indehiscente), 3) pared del fruto (lisa-acostillada) y 4) longitud de la semilla (> 1.5 cm). Estos autores no incluyeron el tipo de placentación en su análisis.

El género *Heteranthera* también está definido como un grupo monofilético, con los caracteres 28 y 41 apoyando la monofilia, los cuales corresponden respectivamente al número de estambres (3) y al tipo de placentación (parietal).

En el presente estudio, se encontró que el número de estambres resultó ser un carácter importante para definir al género *Heteranthera*. Sin embargo, no resultaron igualmente importantes el tamaño, inserción, forma y torsión de las anteras, ni el tipo de filamento, ya que éstos aparecieron como caracteres homoplásicos. En consecuencia, aquellas especies que habían sido segregadas en géneros diferentes (v. gr. *Eurystemon mexicanum* y *Zosterella dubia*), especialmente basados en algunas de estos caracteres homoplásicos, en el análisis quedaron incluidas como parte del género *Heteranthera* (ahora como *H. mexicana* y *H. dubia*).

De acuerdo con lo hallado en este trabajo, ha habido una transformación en el número de lóculos del ovario y por ende en el tipo de placentación. Estos cambios están dirigidos a la reducción del número de lóculos, ya sea por la aborción de dos de ellos, como en el género *Pontederia*, o a la reducción a través de la separación de las placentas en su punto de inserción en el centro del ovario, lo que resulta que las placentas aparezcan como parietales intrusivas. Este tipo de placentación apareció como un carácter único del género *Heteranthera*. Muy importante resultará observar en posteriores estudios el desarrollo ontogenético del ovario, para saber si las placentas realmente se originan de la región parietal y se vuelven intrusivas hacia el centro del ovario, o por el contrario, tienen un origen axilar y posteriormente en el desarrollo las placentas se separan (o tal vez no se unen) y aparecen en lo que ahora definimos como parietal intrusivas.

Las sinapomorfias que definieron el clado de *Heteranthera* en el trabajo de Eckenwalder y Barrett (1986), correspondieron a: 1) flores cleistógamas (presentes), 2) porcentaje de la fusión del perianto (40-60%) y 3) el número de estambres (3). Los dos

primeros caracteres, al parecer, no son muy sólidos, ya que la cleistogamia es un sistema de reproducción muy común en muchas familias de plantas acuáticas y no es privativo del género *Heteranthera*. En cuanto al porcentaje de fusión de las partes del perianto hay una gradación continua entre los porcentajes que ellos dan. El único carácter que consideramos importante y que coincidió con lo hallado en este trabajo, correspondió al número de estambres.

En el clado formado por el género *Heteranthera* encontramos varias sinapomorfias que definieron pequeños grupos de especies. Por ejemplo, en la rama de *H. limosa* y *H. rotundifolia* los caracteres 27 (tépalo superior más delgado) y 49 (arreglo de los granos de polen en tétradas) fueron los determinantes. En otra rama, que agrupa a *H. callaefolia*, *H. multiflora*, *H. peduncularis* y *H. reniformis*, la sinapomorfia que las definió fue el carácter 30 que corresponde al tipo de pubescencia de los filamentos, que en este caso fue de tipo septado. Por último, la rama con *H. mexicana*, *H. seubertiana* y *H. spicata* fue definida por la sinapomorfia de las láminas pubescentes (carácter 8).

Es importante comentar algunos de los caracteres homoplásicos, como la duración (carácter 1); aquí se confirma el estado de carácter perenne como plesiomórfico y el anual como apomórfico. El estado de carácter perenne, prevalece en todo el clado *Eichhornia + Pontederia*, con excepción de *E. paniculata* en donde hay una reversión y cambia de perenne a anual. En el género *Heteranthera* domina el estado de carácter anual, con dos excepciones, una es *H. reniformis* en donde hay una reversión al hábito perenne y la segunda, en donde prevalece el hábito perenne en la rama donde se encuentran las especies *H. dubia* y *H. zosteræefolia*.

El carácter 2, representado por el aspecto del tallo, presenta como plesiomórfico el tipo rastrero, el cual prevalece en *Eichhornia heterosperma* y *H. azurea*. Posteriormente hay una reversión al tipo erecto en *E. crassipes* y *E. paniculata*, *Pontederia sagittata*, *P. cordata* y *Pontederia parviflora*. En el género *Heteranthera* domina el estado de carácter postrado en casi todas las especies, con excepción del grupo de especies constituido por *H. spicata*, *H. seubertiana* y *H. mexicana*. También hay una reversión al tallo erecto en *H. limosa*.

La presencia de pecíolo (carácter 6) resultó ser un estado de carácter plesiomórfico y preponderante en el clado *Eichhornia + Pontederia* y solamente en algunas ramas terminales del clado de *Heteranthera* estuvo ausente. Es muy interesante

ver el paralelismo que existe entre dos ramas de *Heteranthera*, representadas por dos grupos de especies estrechamente emparentadas, como son *H. mexicana* - *H. seubertiana* y *H. dubia* - *H. zosteræifolia*.

La base cordata (carácter 11) es la condición plesiomórfica y es común encontrarla en los tres géneros de Pontederiaceae. Sin embargo, hubo muchas homoplasias en las partes terminales de las ramas, en donde fueron comunes los otros tipos de base.

Las espatas que están contiguas (carácter 16) y que no dejan espacio entre ellas es un estado de carácter plesiomórfico y hay una tendencia en el clado formado por *Eichhornia* + *Pontederia* al cambio, para dominar en todas las especies el estado de carácter derivado de alargamiento del entrenudo, posiblemente para colocar y exponer más en alto a las inflorescencias. Sin embargo, en *E. crassipes* surge una reversión y presenta nuevamente pegadas las dos espatas. Contrariamente, en el clado de *Heteranthera*, hay una predominancia por mantener juntas las espatas, aunque en algunas ramas terminales, como en *H. reniformis*, *H. mexicana* y en *H. seubertiana* la separación entre las espatas se vuelve evidente. Esta separación entre las espatas muestra ser un carácter homoplásico.

Algo parecido sucede con el carácter 17 (pubescencia del pedúnculo); el estado de carácter apomórfico es para los pedúnculos pubescentes y domina en gran parte del clado *Eichhornia* + *Pontederia*, con excepción de *E. heterosperma* y *E. crassipes*; mientras que en el clado de *Heteranthera* domina el estado de carácter plesiomórfico glabro. Solamente en la rama donde se ubican *H. mexicana*, *H. seubertiana* y *H. spicata*, domina el estado de carácter pubescente.

En cuanto al carácter 20 (tipo de inflorescencia), hay una concordancia con la posible tendencia evolutiva propuesta en este trabajo en la página 40, puesto que el estado de carácter plesiomórfico de la inflorescencia espiga de espigas predomina en sus primeras ramas y cambia en el clado *Eichhornia* + *Pontederia* a los estados de carácter espiga de espigas reducidas en *E. azurea*, pseudoespigas en *E. heterosperma*, espigas a *E. crassipes*, *P. rotundifolia* y *P. subovata* y nuevamente a pseudoespigas en la rama donde está el grupo de especies conformada por *P. cordata*, *P. parviflora* y *P. sagittata*. En contraste, en el clado de *Heteranthera*, en al menos dos ramas predominan las inflorescencias bifloras o las simples (unifloras). Estas dos ramas están conformadas por las especies cercanas *H. dubia* - *H. zosteræifolia* y *H. limosa* - *H. oblongifolia* - *H.*

rotundifolia. Todas las especies con inflorescencias simples siempre quedaron en los extremos de las ramas. La otra rama principal del género *Heteranthera*, conformada por siete especies, presenta el estado de carácter de la inflorescencia espigada.

La simetría de las flores, representada por el carácter número 22, presenta como estado plesiomórfico el estado de carácter radial; solamente en *H. limosa* y *H. dubia*, sufre una reversión hacia el tipo radial. Esto concuerda con lo generalmente aceptado en la literatura taxonómica, que en la mayoría de las angiospermas el carácter primitivo está representado por las flores actinomorfas.

El color del perianto (carácter 25), presenta como estado de carácter plesiomórfico el azul, morado, lila o violeta; solamente hubo un cambio hacia la predominancia de las flores blancas en los extremos de las ramas, caracterizadas por las especies *Pontederia parviflora*, *Heteranthera reniformis* y *H. spicata* y hacia las flores amarillas en *Heteranthera dubia*. Es interesante mencionar que aunque solamente tres especies tienen el perianto de color blanco, se ha tenido la oportunidad de colectar varias especies en donde algunas de sus poblaciones presentan organismos "albinos", aunque parece ser una estrategia más dentro de los sistemas reproductivos y no solamente una carencia de color. Sería aventurado especular más sobre el valor de este hallazgo, y solamente nos queda la esperanza de que futuras investigaciones nos ayuden a resolver estas cuestiones. Las especies que presentan estas variantes son *Eichhornia crassipes*, *Pontederia sagittata*, *P. cordata*, *Heteranthera limosa* y *H. mexicana*.

El carácter 26, correspondiente al arreglo de los tépalos, presenta como estado plesiomórfico el estado de carácter 3 + 3. Este estado de carácter dominó en el clado *Eichhornia* + *Pontederia* y en algunas ramas del clado de *Heteranthera*. El estado apomórfico de 5 + 1 es característico de una de las ramas con el mayor número de especies de *Heteranthera*, representadas por *H. callaeifolia*, *H. mexicana*, *H. multiflora*, *H. peduncularis*, *H. reniformis*, *H. seubertiana* y *H. spicata*. Dentro de las otras ramas de *Heteranthera* que también compartieron este carácter apomórfico son *H. oblongifolia* y *H. rotundifolia*, en una rama y *H. zosteraeifolia* en otra rama.

En concordancia con lo encontrado por Eckenwalder y Barrett (1986), la tristilia, representada en este estudio por el carácter 37 (tamaño del estilo), no es el sistema de reproducción primitivo de la familia Pontederiaceae y se originó exclusivamente en el clado de *Eichhornia* + *Pontederia*. Posteriormente, en este mismo clado se perdió la

tristilla en *Pontederia parviflora* y en varias especies de *Eichhornia*.

La posición del estigma apical dentro de la familia (carácter 38) es un estado de carácter plesiomórfico y el lateral el estado de carácter apomórfico. Hubo paralelismos dentro del género *Heteranthera* y entre *Eichhornia paniculata* y *H. limosa*, *H. reniformis* y *H. seubertiana*.

La maduración del fruto dentro del agua, resultó ser el estado de carácter primitivo y dominante en casi toda la familia; sin embargo, en algunas ramas terminales este carácter se modificó y convirtió en aérea. Los taxa que comparten este carácter apomórfico son *Pontederia cordata*, *P. sagittata* y *P. parviflora* y en el clado formado por *H. mexicana*, *H. seubertiana* y *H. spicata*.

A pesar de que Barrett (1977a, 1985) y Glover y Barrett (1983) trabajaron sobre el tamaño del polen y su relación con la tristilia en los géneros *Eichhornia* y *Pontederia*, en su estudio sobre la sistemática filogenética de la familia Pontederiaceae, Eckenwalder y Barrett (1986) no mencionan nada sobre este carácter. En este estudio se pudo notar que el estado plesiomórfico del tamaño de los granos de polen en la misma flor, es que sean del mismo tamaño y la diferencia en el tamaño de los granos se origina posteriormente y de manera exclusiva en el clado *Eichhornia + Pontederia*.

Los números cromosómicos predominantes en ambos cladros corresponden a $n=7$ y 8, lo que apoya lo expresado por Lowden (1973) y Eckenwalder y Barrett (1986) que probablemente el número básico para la familia podría ser $x=8$. En consecuencia, los números cromosómicos $n=7$, 14, 15 y 26 parece que se han originado repetidamente en muchas ramas terminales a través de aneuploidías y poliploidías.

La ornamentación verrugada de los granos de polen estudiados en este trabajo, se presenta como el estado de carácter plesiomórfico, y como apomórficos los demás tipos (micro-verrugada, rugulada y ligeramente psilada). Por otra parte, en la estructura de la exina el carácter primitivo encontrado es el tectado columelado. Para Zavada (1984), en su propuesta sobre los principales tendencias evolutivas de la estructura de la exina en las monocotiledóneas, también sitúa al tipo tectado columelado (perforado o no perforado) como el primitivo, posiblemente derivado de un ancestro parecido a una *Nymphaea* con una estructura atectada o granular y que dio origen a las monocotiledóneas con granos atectados o con una estructura glandular y como último tipo, a los granos en donde ha habido una extrema reducción de la exina y que puede

en algunos casos estar ausente.

No se puede afirmar con este estudio que la familia Pontederiaceae es monofilética, debido principalmente a que no se incluyeron a todos los géneros. Sin embargo, Eckenwalder y Barrett (1986) mencionan que las Pontederiaceae son un grupo monofilético, cuyo grupo hermano es la familia Philydraceae. Mencionan también que la familia está dividida en dos grupos monofiléticos, la rama trístilica, compuesta por los géneros *Eichhornia* + *Pontederia*, caracterizada por cuatro sinapomorfias y la rama compuesta por los géneros *Monochoria* + *Heteranthera*, con dos sinapomorfias. En el análisis llevado a cabo en este trabajo, no se encontró ninguna sinapomorfia que definiera la rama de *Eichhornia-Pontederia* y en la rama de *Heteranthera* solamente se coincidió en la sinapomorfia que corresponde al número de estambres, aunque aquí se usaron distintos caracteres para hacer el análisis.

Otra concordancia con el trabajo de Eckenwalder y Barrett (1986) es que de acuerdo con el análisis, los géneros *Eurystemon* y *Zosterella* son parte de *Heteranthera*. Sin embargo no se puede decir lo mismo de *Hydrothrix* y *Scholleropsis*, ya que no fueron incluidos en el análisis. Lo problemático de estos dos últimos géneros es que son monoespecíficos y crecen en áreas muy restringidas, el primero de Brasil y el segundo de África, por lo que no se cuenta con suficiente información y este trabajo se concentra a las especies mexicanas.

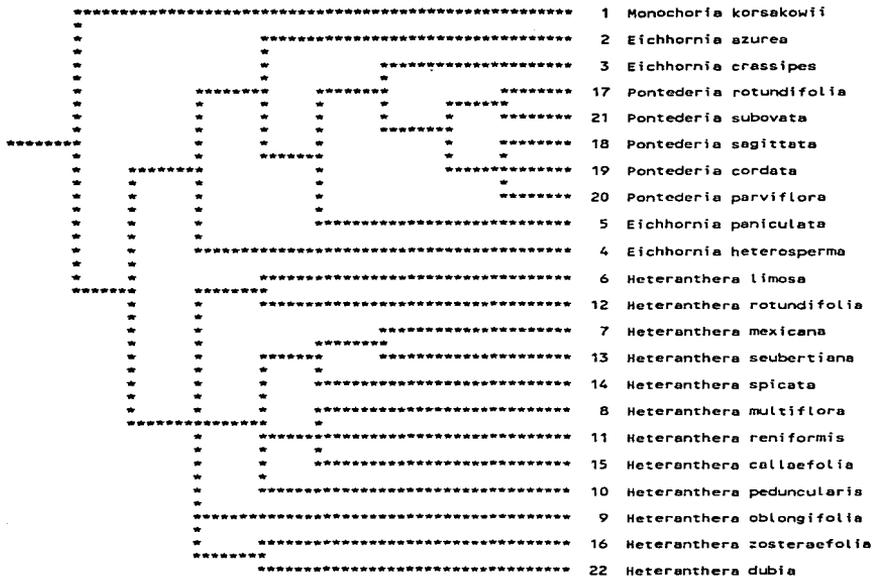
Todas las topologías del análisis cladístico llevado a cabo por estos autores, también los llevó a considerar al género *Eichhornia* parafilético, a pesar de que ellos utilizaron diferentes técnicas para tratar de llegar a una topología monofilética. En la mayoría de las topologías *E. paniculata* se ubicó como grupo hermano del resto de la rama *Eichhornia* + *Pontederia*. En el presente análisis, *E. crassipes* resultó ser el grupo hermano de todas las especies de *Pontederia*.

En 1987, Rosatti propuso la creación del subgénero *Zosterella* para ubicar, según él, la única especie con estambres monomórficos (*Heteranthera dubia*). Sin embargo, de acuerdo con este análisis cladístico, éste no es un carácter privativo de ésta especie y resultó ser homoplásico (con paralelismos y reversiones), no sólo en el género *Heteranthera*, sino también en el clado *Eichhornia-Pontederia*. Por lo tanto, esta subdivisión propuesta por Rosatti, no está acorde con la filogenia del grupo aquí encontrada.

Si se quisiera subdividir el género *Heteranthera*, de acuerdo con este estudio, se podrían hacer tres subgéneros que corresponderían a los grupos de especies mencionados anteriormente. Sin embargo, no hay sinapomorfias que soporten dichas divisiones. En el caso de *H. dubia* ya no quedaría sola en un subgénero, sino que estaría con *H. zosteræfolia*, especie muy afín a ella, pero que a pesar de ello, no comparten características semejantes en cuanto a la forma y tipo de los estambres.

Lo mismo sucede con la clasificación propuesta a nivel de secciones, propuesto por Solms-Laubach (1883) y de tribus y secciones propuesto por Schwartz (1927), ya que no corresponden con los grupos aquí encontrados, especialmente lo tocante a los géneros *Eichhornia*, *Heteranthera* y *Pontederia*. A la misma conclusión llegaron Eckenwalder y Barrett (1986) sobre el género *Heteranthera*, al mencionar que hay muy poca congruencia entre las relaciones cladísticas de las especies y la clasificación infragenérica propuesta para este género por Solms-Laubach (1883), por lo que debe ser abandonada dicha clasificación.

Consensus Tree Program (CONTRREE), version 1/3/86
 CLADISTI.MA2 12 de septiembre de 1995 Archivo alex13.pau
 Strict consensus tree



Statistics derived from consensus tree

Consensus fork index (component count) = 15
 CF (normalized) = 0.750
 Term information = 77
 Total information = 92
 Micklewich's consensus information (CI) = 0.518
 Weighted consensus fork = 0.400
 Levels sum = 420
 Rohlf's CI(1) = 0.755
 Rohlf's -log CI(2) = 0.51832E+02

Figura 26. Cladograma de consenso de los 15 árboles obtenidos con el programa PAUP.

A continuación se adiciona la información básica que aparece cuando se corre la matriz de datos y se generan los cladogramas. Solamente se incluye la información generada al principio del análisis y la correspondiente al árbol escogido (número 4).

```

-----
*
*   P A U P   *
*
*   Version 2.4.1   *
*
*   Illinois Natural   *
*   History Survey   *
*
*   11/14/95  11:22:43   *
*
-----

```

CLADISTI.MA2 14 de noviembre de 1995 Archivo alex13.pau
MUL.PAU Especies de Pontederiaceae mexicanas data set

* Analysis No. 1 *

Option settings:

```

NOTU ..... 22
NCHAR ..... 52
User-tree(s) ..... NO
HYPANC ..... 1
ADDSEQ ..... CLOSEST
HOLD ..... 5
SWAP ..... GLOBAL
MULPARS ..... YES
OPT ..... FARRIS
ROOT ..... OUTGROUP
Weights applied ..... NO
OUTWIDTH ..... 80
Missing data code ..... 9
MAXTREE ..... 50

```

The following characters are unordered:

7 11 14 15 20 25 31 34 41 47 50 51 52

Release of tree descriptions suppressed.

15 trees were found.

Relevant options in effect:

ROOT = OUTGROUP

OPT = FARRIS

The following characters are unordered:

7 11 14 15 20 25 31 34 41 47 50 51 52

Branch lengths and linkages for unrooted tree no. 4

Node	Connected to node	Branch length
Eazu(2)	40	3.000
Ecra(3)	38	5.000
Ehet(4)	41	5.000
Epan(5)	39	6.000
Hlim(6)	23	5.000
Hmex(7)	24	1.000
Hmul(8)	25	0.000
Hobl(9)	26	4.000
Hped(10)	29	1.000
Hren(11)	25	8.000
Hrot(12)	23	6.000
Hseu(13)	24	2.000
Hspi(14)	27	3.000
Hcal(15)	28	1.000
Hzos(16)	30	1.000
Prot(17)	31	4.000
Psag(18)	32	3.000
Pcor(19)	32	1.000
Ppar(20)	33	2.000

Psub(21)	31	1.000
Zdub(22)	30	8.000
23	26	6.000
24	27	5.000
25	28	1.000
26	35	2.000
27	34	8.000
28	29	2.000
29	34	2.000
30	36	9.000
31	37	4.000
32	33	0.000
33	37	8.000
34	35	4.000
35	36	2.000
36	42	7.000
37	38	0.000
38	39	5.000
39	40	6.000
40	41	2.000
41	42	6.000
42	Moko(1)*	7.000

* Designated outgroup taxa

Statistics for tree no. 4

Length = 166.000

Consistency index = 0.440

Tree no. 4 rooted using designated outgroup

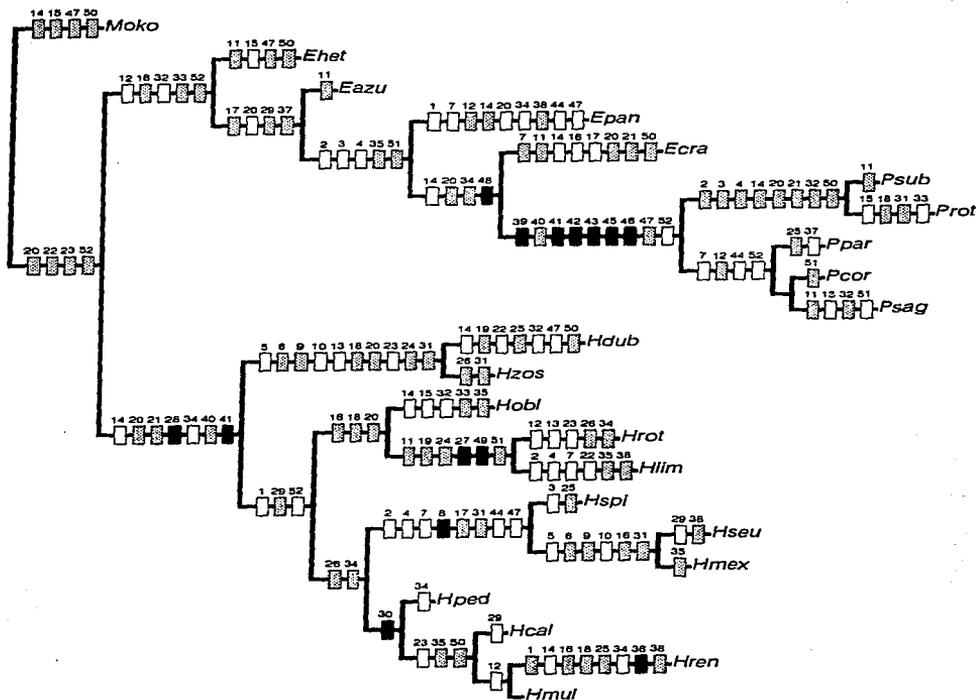


Figura 27. Uno de los 15 árboles obtenidos con el programa Hennig. *Moko* (*Monochhorria korsakowii*); *Eazu* (*Eichhornia azurea*); *Ecra* (*E. crassipes*); *Ehet* (*E. heterosperma*); *Epan* (*E. paniculata*); *Hcal* (*Heteranthera callaefolia*); *Hdub* (*H. dubia*); *Hlim* (*H. limosa*); *Hmex* (*H. mexicana*); *Hmul* (*H. multiflora*); *Hobl* (*H. oblongifolia*); *Hped* (*H. peduncularis*); *Hren* (*H. reniformis*); *Hrot* (*H. rotundifolia*); *Hseu* (*H. seubertiana*); *Hspl* (*H. spicata*); *Hzos* (*H. zosterifolia*); *Pcor* (*Pontederchia cordata*); *Ppar* (*P. parviflora*); *Prot* (*P. rotundifolia*); *Psag* (*P. sagittata*); *Psub* (*P. subovata*). Los números arriba del rectángulo indican el carácter, los rectángulos de color negro son las sinapomorfías, los rectángulos vacíos y los que están punteados corresponden a los caracteres homoplásicos.

Change lists

Character	Changed		Along branch	Consistency					
	From	To							
						0	1	37 ---> 31	
						1	0	34 ---> 27	
						1	0	23 ---> Hlim	
						0	2	38 ---> Ecr	
1					8				0.400
	1	0	36 ---> 35			0	1	34 ---> 27	
	0	1	25 ---> Hren						1.000
	1	0	39 ---> Epan		9				
				0.333		0	1	36 ---> 30	
2						0	1	27 ---> 24	
	1	0	40 ---> 39						0.500
	0	1	37 ---> 31		10				
	1	0	34 ---> 27			1	0	36 ---> 30	
	1	0	23 ---> Hlim			1	0	27 ---> 24	
				0.250					0.500
3					11				
	1	0	40 ---> 39			0	2	26 ---> 23	
	0	1	37 ---> 31			0	3	31 ---> Psub	
	1	0	27 ---> Hspi			0	1	32 ---> Psag	
				0.333		0	3	41 ---> Ehet	
4						0	2	38 ---> Ecr	
	1	0	40 ---> 39			0	2	40 ---> Eazu	
	0	1	37 ---> 31						0.500
	1	0	34 ---> 27		12				
	1	0	23 ---> Hlim			1	0	42 ---> 41	
				0.250		0	1	37 ---> 33	
5						1	0	28 ---> 25	
	1	0	36 ---> 30			1	0	23 ---> Hrot	
	1	0	27 ---> 24			0	1	39 ---> Epan	
				0.500					0.200
6					13				
	0	1	36 ---> 30			1	0	36 ---> 30	
	0	1	27 ---> 24			1	0	32 ---> Psag	
				0.500		1	0	23 ---> Hrot	
7									0.333
	1	0	40 ---> 39						

									0.500
3	6	42 <--> Moko		20					
3	2	42 --> 36			0	3	39 --> 38		
3	2	37 --> 33			0	4	42 --> 36		
2	0	30 --> Zdub			4	3	35 --> 34		
2	1	25 --> Hren			3	2	37 --> 33		
2	1	26 --> Hobl			0	2	41 --> Ehet		
3	5	39 --> Epan			0	1	40 --> Eazu		
3	1	38 --> Ecra							0.667
			0.625	21					
					0	1	39 --> 38		
1	2	42 <--> Moko			0	1	42 --> 36		
1	0	31 --> Prot			1	0	37 --> 33		
1	0	26 --> Hobl							0.333
1	0	41 --> Ehet		22					
			0.500		1	0	42 <--> Moko		
					1	0	30 --> Zdub		
0	1	42 --> 41			1	0	23 --> Hlim		
0	1	35 --> 26							0.333
0	1	27 --> 24		23					
0	1	25 --> Hren			1	0	42 <--> Moko		
1	0	38 --> Ecra			1	0	36 --> 30		
			0.200		1	0	29 --> 28		
					1	0	23 --> Hrot		
0	1	41 --> 40							0.250
0	1	34 --> 27		24					
1	0	38 --> Ecra			0	1	36 --> 30		
			0.333		0	1	26 --> 23		
									0.500
0	1	42 --> 36		25					
1	0	35 --> 34			0	2	30 --> Zdub		
0	1	31 --> Prot			0	1	33 --> Ppar		
0	1	25 --> Hren			0	1	27 --> Hspi		
			0.250		0	1	25 --> Hren		
									0.500
0	1	26 --> 23		26					
0	1	30 --> Zdub			0	1	35 --> 34		

	0	1	30 ---> Hzos		34	0	1	42 <--> Moko	
	0	1	23 ---> Hrot	0.333		0	2	39 ---> 38	
27						0	1	35 ---> 34	
	1	0	26 ---> 23	1.000		0	1	23 ---> Hrot	
						1	0	25 ---> Hren	
28						1	0	29 ---> Hped	
	0	1	42 ---> 36	1.000		0	1	40 ---> Eazu	0.286
					35				
29						0	1	40 ---> 39	
	0	1	41 ---> 40			0	1	29 ---> 28	
	0	1	36 ---> 35			0	1	35 ---> 26	
	1	0	28 ---> Hcal			1	0	23 ---> Hrot	
	1	0	24 ---> Hseu	0.250		0	1	24 ---> Hmex	0.200
30					36				
	0	1	34 ---> 29	1.000		0	1	25 ---> Hren	1.000
31					37				
	0	2	36 ---> 30			0	1	42 ---> 41	
	0	2	34 ---> 27			1	0	33 ---> Ppar	0.500
	2	1	30 ---> Zdub						
	0	1	31 ---> Prot		38				
	2	1	27 ---> Hspi	0.400		0	1	24 ---> Hseu	
						0	1	25 ---> Hren	
32						0	1	23 ---> Hlim	
	1	0	42 ---> 41			0	1	39 ---> Epan	0.250
	0	1	38 ---> 37		39				
	1	0	30 ---> Zdub			0	1	38 ---> 37	1.000
	1	0	32 ---> Pcor						
	1	0	26 ---> Hobl	0.200	40				
						0	1	38 ---> 37	
33						0	1	42 ---> 36	0.500
	0	1	42 ---> 41						
	1	0	31 ---> Prot						
	0	1	26 ---> Hobl	0.333					

41	0	2	38 ---> 37		0	1	39 ---> 38			
	0	1	42 ---> 36		1	0	37 ---> 33			
				1.000	0	1	34 ---> 29			
42	0	1	38 ---> 37		0	1	30 ---> Zdub			
				1.000	0	1	41 ---> Ehet		0.333	
43	0	1	38 ---> 37		0	1	40 ---> 39			
				1.000	1	3	37 ---> 33			
44	1	0	37 ---> 33		0	2	26 ---> 23			
	1	0	34 ---> 27		3	0	32 ---> Psag		0.750	
	1	0	39 ---> Epan							
				0.333	0	2	42 ---> 41			
45	0	1	38 ---> 37		2	1	38 ---> 37			
				1.000	1	0	37 ---> 33			
46	1	0	38 ---> 37		0	1	36 ---> 30		0.500	
47	1	3	42 <--> Moko		Apomorphy lists					
	1	2	38 ---> 37		Node	Ancestor	Char.	Ances. state	Deriv. state	Length added
	1	0	34 ---> 27		-----					
	1	0	30 ---> Zdub		Eazu	40	11	0	2	1.000
	1	0	39 ---> Epan				20	0	1	1.000
	1	3	41 ---> Ehet				34	0	1	1.000
				0.500	Ecra	38	7	0	2	1.000
48	0	1	39 ---> 38				11	0	2	1.000
				1.000			14	3	1	1.000
49	0	1	26 ---> 23				16	1	0	1.000
				1.000	Ehet	41	17	1	0	1.000
50	0	2	42 <--> Moko				11	0	3	1.000
							15	1	0	1.000

		20	0	2	1.000			13	1	0	1.000
		47	1	3	1.000			23	1	0	1.000
		50	0	1	1.000			26	0	1	1.000
Epan	39							34	0	1	1.000
		1	1	0	1.000			35	1	0	1.000
		12	0	1	1.000	Hseu	24				
		14	3	5	1.000			29	1	0	1.000
		38	0	1	1.000			38	0	1	1.000
		44	1	0	1.000	Hspi	27				
		47	1	0	1.000			3	1	0	1.000
Hlim	23							25	0	1	1.000
		2	1	0	1.000			31	2	1	1.000
		4	1	0	1.000	Hcal	28				
		7	1	0	1.000			29	1	0	1.000
		22	1	0	1.000	Hzos	30				
		38	0	1	1.000			26	0	1	1.000
Hmex	24					Prot	31				
		35	0	1	1.000			15	1	0	1.000
Hmul	25							18	0	1	1.000
Hobl	26							31	0	1	1.000
		14	2	1	1.000			33	1	0	1.000
		15	1	0	1.000	Psag	32				
		32	1	0	1.000			11	0	1	1.000
		33	0	1	1.000			13	1	0	1.000
Hped	29							51	3	0	1.000
		34	1	0	1.000	Pcor	32				
Hren	25							32	1	0	1.000
		1	0	1	1.000	Ppar	33				
		14	2	1	1.000			25	0	1	1.000
		16	0	1	1.000			37	1	0	1.000
		18	0	1	1.000	Psub	31				
		25	0	1	1.000			11	0	3	1.000
		34	1	0	1.000	Zdub	30				
		36	0	1	1.000			14	2	0	1.000
		38	0	1	1.000			19	0	1	1.000
Hrot	23							22	1	0	1.000
		12	1	0	1.000			25	0	2	1.000

	31	2	1	1.000	30	36			
	32	1	0	1.000			5	1	0
	47	1	0	1.000			6	0	1
	50	0	1	1.000			9	0	1
26							10	1	0
	11	0	2	1.000			13	1	0
	19	0	1	1.000			23	1	0
	24	0	1	1.000			24	0	1
	27	1	0	1.000			31	0	2
	49	0	1	1.000			52	0	1
	51	0	2	1.000	31	37			
27							2	0	1
	5	1	0	1.000			3	0	1
	6	0	1	1.000			4	0	1
	9	0	1	1.000			7	0	1
	10	1	0	1.000	32	33			
	16	0	1	1.000	33	37			
28							12	0	1
	12	1	0	1.000			14	3	2
35							20	3	2
	16	0	1	1.000			21	1	0
	35	0	1	1.000			44	1	0
34							50	1	0
	2	1	0	1.000			51	1	3
	4	1	0	1.000			52	1	0
	7	1	0	1.000	34	35			
	8	0	1	1.000			18	1	0
	17	0	1	1.000			20	4	3
	31	0	2	1.000			26	0	1
	44	1	0	1.000			34	0	1
	47	1	0	1.000	35	36			
29							1	1	0
	23	1	0	1.000			29	0	1
	35	0	1	1.000	36	42			
34							14	3	2
	30	0	1	1.000			18	0	1
	50	0	1	1.000			20	0	4

21	0	1	1.000
28	0	1	1.000
40	0	1	1.000
41	0	1	1.000

52	0	2	1.000
----	---	---	-------

37 38

32	0	1	1.000
39	0	1	1.000
40	0	1	1.000
41	0	2	1.000
42	0	1	1.000
43	0	1	1.000
45	0	1	1.000
46	1	0	1.000
47	1	2	1.000
52	2	1	1.000

Changes between nodes Mokoand 42 cannot be polarized.

These changes follow:

Character	-----States-----		Length added
	Moko	42	
14	6	3	1.000
15	2	1	1.000
22	0	1	1.000
23	0	1	1.000
34	1	0	1.000
47	3	1	1.000
50	2	0	1.000

38 39

20	0	3	1.000
21	0	1	1.000
34	0	2	1.000
48	0	1	1.000
50	0	1	1.000

39 40

2	1	0	1.000
3	1	0	1.000
4	1	0	1.000
7	1	0	1.000
35	0	1	1.000
51	0	1	1.000

40 41

17	0	1	1.000
29	0	1	1.000

41 42

12	1	0	1.000
16	0	1	1.000
32	1	0	1.000
33	0	1	1.000
37	0	1	1.000

CONCLUSIONES

El uso de técnicas modernas en sistemática (fenética y cladística) promueve que el especialista conozca a profundidad el grupo bajo estudio, ya que obliga a evaluar el mayor número de características posibles para cada una de las especies, que van desde aspectos sobre su duración, pasando por raíces, tallos, hojas, flores, frutos, etc., hasta llegar a las microestructuras, propone líneas o tendencias evolutivas de cada una de las estructuras, compara con géneros o familias afines dentro de su área de estudio o extraterritoriales, propone términos y clasificaciones, hasta un punto de llegar a entender profundamente a la familia estudiada. Con toda esta información y el uso de las computadoras y los diferentes programas que se han desarrollado en sistemática, simplifican y aceleran el procesamiento de gran cantidad de datos, facilitan la toma de decisiones taxonómicas, hacen que éstas sean más ponderadas, balanceadas, ricas en información y permiten que otros colegas participen aceptando o rechazando las propuestas emanadas de los análisis.

Después de llevar a cabo este trabajo, podemos enumerar varias de las conclusiones a las que se llegaron:

En el análisis fenético.

- 1) Las Pontederiaceae mexicanas se agruparon de acuerdo con la delimitación genérica que actualmente prevalece en la literatura taxonómica y florística.
- 2) Los grupos que se diferenciaron están integrados por cuatro géneros *Eichhornia*, *Heteranthera*, *Pontederia* y *Zosterella*.
- 3) La especie *Heteranthera mexicana*, la cual ha sido considerada por algunos autores dentro del género *Eurystemon*, en este análisis quedó integrado al género *Heteranthera*.
- 4) Un conjunto quedó integrado por dos especies muy similares y que por mucho tiempo han sido consideradas y/o confundidas en un sola, *Heteranthera limosa* sensu lato. Por lo tanto, el fenograma reflejó dicha cercanía de *H. limosa* y *H. rotundifolia*.
- 5) Por otro lado se agruparon dos especies también reconocidas como cercanas, *H. peduncularis* y *H. reniformis*.
- 6) En el análisis el género *Pontederia* resultó más parecido al género *Heteranthera* que a *Eichhornia*.
- 7) La especie *Heteranthera dubia* fue la más disímil del análisis y apoyaría la propuesta

de mantenerse en un género diferente y comúnmente utilizado en gran parte de su área de distribución, bajo el nombre de *Zosterella*.

8) El arreglo a nivel de secciones propuesto por Solms-Laubach (1883) y de tribus y secciones propuesto por Schwartz (1927) para las Pontederiaceae, no corresponden a lo obtenido en este estudio fenético a pesar de que aquí solamente consideramos a las Pontederiaceae presentes en México.

En el análisis cladístico.

1) Las Pontederiaceae son en general un grupo con muchas homoplasias. Esto significa que gran cantidad de los caracteres estudiados presentan paralelismos, convergencias y reversiones.

2) Aparecen como grupos monofiléticos los géneros *Pontederia* y *Heteranthera* y parafilético *Eichhornia*.

3) Los géneros *Eurystemon* y *Zosterella* forman parte de *Heteranthera*.

4) Los subgéneros de *Pontederia* están de acuerdo a lo propuesto por Lowden (1973). En consecuencia, el género *Reussia* debe ser considerado como un subgénero dentro de *Pontederia*.

5) No hay congruencia entre las relaciones cladísticas de las especies y las clasificaciones infragenéricas propuestas para el género *Heteranthera* por Solms-Laubach (1883), Schwartz (1927) y Rossatti (1987), por lo que deben ser rechazadas dichas clasificaciones.

6) Las sinapomorfias que definen al género *Pontederia* aparecen a nivel del ovario y reducción en el número de partes. Esto podría significar que los sistemas reproductivos en este género han jugado un papel estelar en la diferenciación del género.

7) Las sinapomorfias que definen al género *Heteranthera* corresponden al número de estambres (3) y al tipo de placentación (parietal). A pesar de que el número de estambres resultó muy importante para definir al género, no resultaron igualmente importantes el tamaño, inserción, forma y torsión de las anteras, ni el tipo de filamento; dichos caracteres fueron anteriormente utilizados por otros autores para reconocer a algunas especies como géneros separados.

8) En cuanto a los tipos de inflorescencia de las Pontederiaceae, hay una concordancia con la posible tendencia evolutiva propuesta en este estudio. Reconociéndose la

inflorescencia espiga de espigas como plesiomórfica y los demás tipos como apomórficos.

9) Lo mismo sucedió con la simetría de las flores, reconociéndose a las de simetría radial como plesiomórfica y las de simetría bilateral como apomórfica.

10) Debido a que solamente se incluyeron las Pontederiaceae mexicanas, no se pudo concluir que esta familia es monofilética.

11) Del estudio palinológico de las especies aquí incluidas, se concluye que el tipo de grano de polen con dos sulcos puede ser una sinapomorfia más que define a las Pontederiaceae como grupo monofilético y que se suma a las descritas por Eckenwalder y Barrett (1986). Dichas sinapomorfias corresponden a la persistencia y grado de fusión de las partes del perianto.

Independientemente de las conclusiones a que se llegaron tanto en el análisis fenético como cladístico, por primera vez se reporta en la familia Pontederiaceae la formación de híbridos en su ambiente natural. Aparentemente ninguno es fértil.

Entre las concordancias que se alcanzaron tanto en el análisis fenético como el cladístico podemos mencionar:

- 1) El género *Eurystemon* quedó integrado a *Heteranthera*.
- 2) El género *Reussia* quedó integrado a *Pontederia*.
- 3) Hay una estrecha relación entre *Heteranthera limosa* y *H. rotundifolia*.
- 4) Se agruparon dos especies también reconocidas como cercanas, *Heteranthera peduncularis* y *H. reniformis*.
- 4) Quedaron claramente diferenciados los géneros *Heteranthera* y *Pontederia*.
- 5) El arreglo a nivel de secciones propuesto por Solms-Laubach (1883), de tribus y secciones propuesto por Schwartz (1927) y subgéneros propuestos por Rossatti (1987), para las Pontederiaceae, no corresponden a lo obtenido en este estudio, por lo que deben ser rechazadas dichas clasificaciones.

Entre las diferencias alcanzadas entre ambos análisis, podemos mencionar:

- 1) Debido probablemente al efecto de los procesos biológicos tales como los paralelismos y las convergencias, en el análisis fenético, el género *Zosterella* quedó separado de *Heteranthera*, mientras que en el análisis cladístico, quedó integrado al género *Heteranthera*.
- 2) En el análisis fenético se diferenciaron cuatro géneros y en el cladístico solamente

dos.

3) En el análisis fenético el género *Pontederia* se parece más al género *Heteranthera*, mientras que en el análisis cladístico el género *Pontederia* está más relacionado con *Eichhornia*.

Por otro lado, como resultado de este trabajo, también han surgido algunas dudas que deberán cubrirse en posteriores estudios y que a continuación reseñamos. En el género *Eichhornia* que en los últimos estudios ha aparecido como grupo parafilético, deberán buscarse las sinapomorfias que lo definan como un género separado de *Pontederia*, o en todo caso, hacer las correcciones y modificaciones para unir ambos géneros en uno solo. También el uso de técnicas moleculares será muy importante para tratar de resolver esta cuestión.

Se detectó que el ovario es una estructura muy importante para definir los tres géneros aquí tratados; sin embargo, se deberá hacer un esfuerzo por investigar el resto de los géneros reconocidos para esta familia y darle la dimensión que esta estructura tiene dentro de la filogenia del grupo.

También será importante hacer mayores y más precisos estudios palinológicos y citogenéticos que aporten información para toda la familia Pontederiaceae.

TRATAMIENTO TAXONOMICO

Pontederiaceae KUNTH

Hierbas acuáticas, enraizadas o libres flotadoras; anuales o perennes, monoicas; tallos sumergidos, prostrados sobre el agua, emergentes o flotando libremente, rizomatosos o estoloníferos. Hojas sumergidas sésiles, las emergentes comúnmente pecioladas, basales, alternas o arrosietadas, envainándose hacia la base, usualmente estipuladas, peciolo recto o rara vez inflado; lámina entera, de las sumergidas generalmente lineares y membranosas, de las emergentes lineares, obovadas, ovadas a obovadas o ensiformes; base atenuada, cuneada, truncada, sagitada o cordata; ápice agudo a obtuso y algunas veces acuminado, nervaduras paralelas usualmente arqueándose en la base. Inflorescencia espiga de espigas, espiga de espigas reducidas, pseudoespiga, umbelas,

bifloras o unifloras, sostenida por dos espatas, la inferior generalmente igual a la lámina de las hojas no floríferas y la superior infundibuliforme a subulada; pedúnculo grueso o delgado, glabro o pubescente; entrenudo entre las espatas ausente, corto o largo. Flores hermafroditas, generalmente coloreadas, solitarias, en pares o en pequeños grupitos a lo largo del pedúnculo, sésiles o subpediceladas, algunas cleistógamas; perianto petaloide, actinomorfo o zigomorfo, con 6 lóbulos arreglados 3 hacia arriba y 3 hacia abajo (3 + 3) o cinco hacia arriba y uno hacia abajo (5 + 1), frecuentemente desiguales, el lóbulo superior más ancho y comúnmente maculado, pubescentes externamente, perianto retorcido después de la antesis y persistente en fruto. Estambres generalmente 6 (en dos series de 3), 3 ó en algunas flores cleistógamas 1; filamentos insertos en el perianto a distintos niveles, comúnmente lineares, glabros o pubescentes, generalmente coloreados, anteras basifijas o dorsifijas, homomorfas o heteromorfas, biloculares con dehiscencia longitudinal o rara vez poricida; pistilo tricarpelar, con o sin nectarios septales, ovario súpero, unilocular, trilocular o unilocular por la aborción de dos de ellos; placentación axilar, parietal-intrusiva o apical. Ovulos generalmente numerosos o solitarios, anátropos; estilo glabro o pubescente, generalmente coloreado, mono o heterostilo; estigma apical o lateral, entero, lobado o dentado. Fruto una cápsula multiseeminada o un utrículo uniseeminado. Semillas pequeñas, acostilladas longitudinalmente o lisas. Números cromosómicos $n=7, 8, 15, 16, 24$; $2n=14, 16, 28, 30, 32, 48, 52, 58$.

Familia con 6 géneros y cerca de 34 especies dulceacuícolas de distribución pantropical. Algunos géneros se extienden a las zonas templadas. De los 4 géneros americanos, 3 se distribuyen en México.

CLAVE PARA LA IDENTIFICACION DE LOS GENEROS DE PONTEDERIACEAE EN MEXICO

1. Estambres 6; flores zigomorfas.
 2. Fruto una cápsula.
 2. Fruto un utrículo.
1. Estambres 3; flores zigomorfas o actinomorfas.

1. *Eichhornia*
3. *Pontederia*
2. *Heteranthera*

Eichhornia Kunth, nom. cons., no *Eichornia* A. Rich., 1850

Piaropus Raf., Fl. Tell. 2: 81. 1838

Hierbas enraizadas o flotando libremente, anuales o perennes; tallos libremente flotantes, prostrados sobre el agua o erectos, rizomatosos o estoloníferos. Hojas sumergidas, emergentes o ambas, arrosetadas, basales o alternas; estipula membranosa, larga y persistente; pecíolos inflados o rectos; lámina de las hojas sumergidas lineares y membranosas, las emergentes obovadas, ovadas, elípticas, orbiculares, obladas o ensiformes; base atenuada, cuneada, truncada a cordata; ápice obtuso a agudo y a veces acuminado. Inflorescencia espiga de espigas, espiga de espigas reducidas, pseudoespiga, umbeliforme o espiciforme, con 2 a 40 flores, solitarias, en pares o en grupitos a lo largo del pedúnculo, sésiles o subpediceladas; pedúnculo grueso o delgado, glabro o pubescente; con entrenudo entre las espatas reducido o evidente; lámina de la espata inferior reducida o igual en tamaño y forma a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior infundibuliforme, subulada o lanceolada. Flores zigomorfas, perianto coloreado, glabro o externamente piloso-glandular, lóbulos 6 arreglados 3 + 3, los 3 externos generalmente más angostos que los internos, estos últimos con el margen entero o fimbriado. Estambres 6; filamentos glabros o pubescentes, heterodínamos, insertos a distintas alturas; anteras monomorfas; pistilo con nectarios septales; ovario trilocular, placentación axilar; estilo mono o heterostilo; estigma generalmente apical, capitado. Cápsula alargada, trilocular, multiseeminada, dehiscente, madurando debajo del agua o al aire; semillas numerosas, generalmente del mismo tamaño, elípticas a cilíndricas, obtusas en los extremos, con costillas longitudinales.

Género con 7 especies de regiones cálidas del Continente Americano y Africa, algunas de ellas introducidas en las regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios. Varias especies han sido consideradas malezas acuáticas. En México 4 especies.

CLAVE PARA LA IDENTIFICACION DE LAS ESPECIES
DE *EICHHORNIA* EN MEXICO

1. Hojas arrossetadas, frecuentemente con los pecíolos inflados; espata inferior con la lámina reducida y de menor tamaño que las hojas no floríferas. *2. E. crassipes*
 1. Hojas no arrossetadas, con los pecíolos no inflados; espata inferior con la lámina similar a la de las hojas no floríferas.
 2. Plantas anuales; con los tallos erectos; inflorescencia una espiga de espigas. *4. E. paniculata*
 2. Plantas perennes; con los tallos rastreros, flotando sobre la superficie del agua; inflorescencia una espiga de espigas reducidas o una pseudoespiga.
 3. Pedúnculo glandular-puberulento; márgenes de los lóbulos internos del perianto fimbriado-ciliados. *1. E. azurea*
 3. Pedúnculo glabro; márgenes de los lóbulos internos del perianto enteros. *3. E. heterosperma*
1. *E. azurea* (Sw.) Kunth, *Enum. pl.* 4:129 (1843). *Pontederia azurea* Sw., *Nov. Gen. Sp. Prod.* 57 (1788). *Piaropus azureus* (Sw.) Raf., *Fl. Tell.* 2: 82 (1836). Tipo: Jamaica, *Browne s.n.* (holotipo LINN, microficha MEXU! ex LINN No. 407.1).
Pontederia aquatica Vell., *Fl. Flum.* 3: 144 (1829). Tipo: *Fl. Flum. Icones* 3: Tab. 164, 1831 (microficha MEXU! No. 3-164). *Eichhornia aquatica* (Vell.) Schlechtendal, *Abh. Naturf. Ges. Halle* 6: 177 (1862).

Plantas perennes, enraizadas, tallos robustos de más de 1 m de largo,



Figura 28. *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth. Parte superior de una hoja e inflorescencia, a) flor abierta donde se observan algunos lóbulos fimbriados, b) estambres, c) ovario, d) estigma, e) corte transversal del ovario. Dibujo tomado de Botanical Magazine, tab. 6487 (1880).

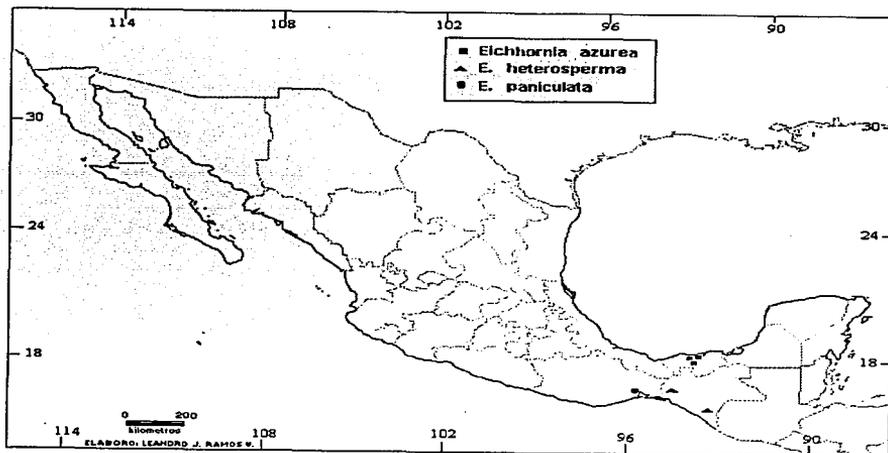


Figura 29. Mapa de distribución de *Eichhornia azurea*, *H. heterosperma* y *E. paniculata* en la República Mexicana.

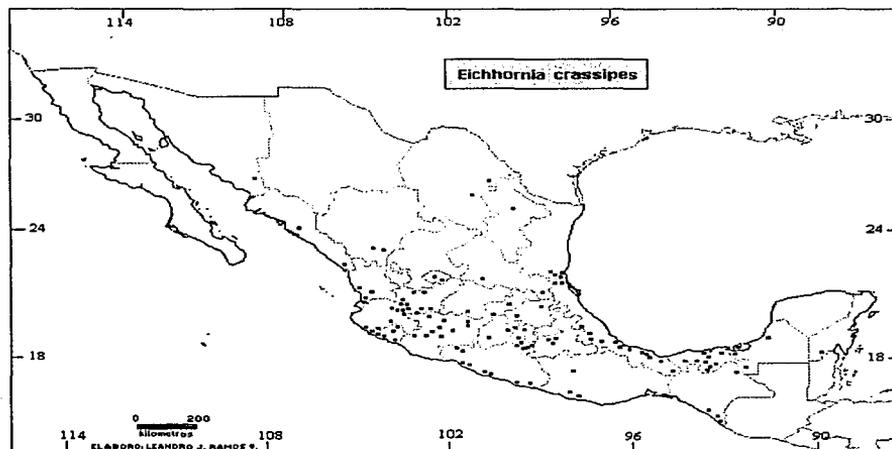


Figura 30. Mapa de distribución de *Eichhornia crassipes* en la República Mexicana.

simpodiales, rastreros, flotando sobre la superficie del agua, ramificados. Hojas sumergidas y emergentes, dísticas, alternas; vainas 5-10 cm, ápice obtuso, pecíolos 10-25 cm, no inflados; lámina de las hojas sumergidas hasta de 10 x 0.5-1 cm, lineares, membranosas, de las emergidas 6-15 x 6-12 cm, obovadas a obladas; base cuneada a obtusa; ápice obtuso a ligeramente apiculado u obcordato. Inflorescencia una espiga de espigas reducidas, con 18-40 flores, comúnmente dispuestas en pares a lo largo del pedúnculo, una de ellas pedicelada y la otra sésil, pedicelos hasta de 5 mm; pedúnculo (4-)7-13(-16) cm, grueso, glandular-puberulento; entrenudo entre las espatas (1.5-)2.5-4 cm; lámina de la espata inferior (6-)10-17 x (4.5-)8-16 cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior 4-6.5 cm, abierta la mitad superior o desde la base, ápice obtuso, comúnmente mucronulado. Flores ca. de 5 cm; perianto violáceo, externamente piloso-glandular; lóbulos externos ca. de 2 cm, margen entero, lóbulos internos ca. de 2.5 cm, margen fimbriado-ciliado. Filamento de los estambres largos 2.5-3 cm, de los cortos 1.3-2 cm, piloso-glandulares en el tercio superior; anteras de los filamentos largos 1.5-2.3 mm, de los cortos 1.3-1.7 mm de largo; pistilo de 1.7-3.5 cm de largo; estilo piloso-glandular, heterostilo; estigma capitado-fimbriado. Cápsulas ca. 1 cm; semillas ca. 1.5 mm. Número cromosómico $n=16$, $2n=14$.

Habita en bordes de lagunas, pantanos y ríos de poca corriente. Altitud 0-100 m. Existe una colecta de Michoacán (**Arsène s/n**, 1909) realizada a 1800 m de altitud; aunque el ejemplar pertenece a esta especie, el sitio de colecta parece dudoso. Nombres vulgares: cola de pato (Tab.), cuchara de pato (Tab.), pico de pato (Tab.). Se distribuye desde el sur de México a Sudamérica y en las Antillas. Introducida en el sureste de Estados Unidos. En México se le conoce solamente del estado de Tabasco. Figuras 28 y 29.

Ejemplares examinados:

MICHOACAN: Laguna. 1800 m.. **Arsène, F. s/n**, oct., 1909. (**G, MEXU (Foto ex G)**); **TABASCO:** Laguna de la Arena a 12 km al N de El Espino y a 35 km de Villahermosa. En laguna. **Lot, A. con Novelo, A. 02567**, 27 nov., 1977. (**CSAT, ENCB, MEXU**); Río González, cerca del poblado El Espino, aprox. 30 km al N de Villahermosa rumbo a Frontera. 5 m. Creciendo en los remansos del río, cerca de las lagunas que se forman entre los pantanos. **Novelo, A. con Calzada, I. 01092**, 13 sep. 1992. (**MEXU**); In lacus

Macultepec. **Rovirosa, N. 00352**, 14 feb., 1889. (NY); Mpio: Centro. Río González. 0 m. Zonas inundadas a los lados del río. **Orozco-Segovia, A. 00471**, 19 sep., 1976. (CSAT, ENCB, MEXU, NY, XAL); Mpio: Frontera. Río González, río arriba a 2 km partiendo del poblado El Espino. Dentro del río. **Magaña, M. con Zamudio, S. y Ramos, G. 00494**, 10 nov., 1981. (CSAT, ENCB, MEXU, UAMIZ); Mpio: Nacajuca. Laguna El Celele (antes Laguna Larga). 10 m. Acuático. **Cálix de D, H. con Castillo, R. 00425**, 21 ene., 1990. (MEXU); Mpio: Nacajuca. Adelante del puente de Belem, hacia Julivá. 10 m. Acuático. **Cálix de D, H. con Castillo, R. 00480**, 24 mar., 1990. (MEXU).

2. *E. crassipes* (C. Martius) Solms-Laub., in A. DC., *Monogr. Phan.* 4(2): 527 (1883). *Pontederia crassipes* C. Martius, *Nov. Gen. sp. pl.* 1: 9 (1824). *Piaropus crassipes* (C. Martius) Raf., *Fl. Tell.* 2: 81 (1836). *Eichhornia speciosa* Kunth, *Enum. pl.* 4: 131 (1843). Tipo: Brasil. Minas Gerais. "Habitat in Stagnis ad fl. S. Francisci prope Malhada", *Martius 60* (holotipo M, fototipo MEXU! ex M).
- Heteranthera formosa* Miq., *Linnaea* 17: 61 (1843). Tipo: Surinam. "Crescit in paludibus prope Paramaribo", *Focke s.n.* (tipo no encontrado)

Plantas comúnmente perennes, libremente flotantes, tallos rizomatosos, estoloníferos. Hojas arrosietadas; estípulas 3-8 cm, ápice redondeado, peciolas 3-60 cm, muy variables en tamaño dependiendo del habitat donde se encuentren, inflados y cortos o rectos y alargados; hojas solamente emergidas, lámina 2.5-16 x 3-12 cm, oblatas a elípticas; base truncada a ligeramente cordata; ápice truncado, redondeado a ligeramente obtuso. Inflorescencia espiciforme, con 4-16 flores, solitarias, alternas a lo largo del pedúnculo, sésiles; pedúnculo 6-26(-33) cm de largo, grueso, glabro a ligeramente pubescente; entrenudo entre las espatas nulo; espata inferior 2.5-6(-10) cm de largo, envolvente, abierta la mitad superior, lamina de la espata inferior 1.2-4.5 x 0.9-3.5 cm, orbiculares a obladas, base cordata, ápice obtuso, mucho más pequeña que la lámina de las no floríferas; espata superior 3-8(-13) cm, abierta el tercio superior o la mitad superior, ápice mucronato, mucrón de 0.2-1 cm. Flores ca. de 5 cm; perianto lila, externamente piloso-glandular; lóbulos externos ca. de 3 cm, margen entero, lóbulos



Figura 31. *Eichhornia crassipes* (C. Martius) Solms-Laub., a) antera y parte del filamento, b) pistilo, c) corte transversal del ovario, d) hojas y raíces, e) una hoja separada, f) inflorescencia. Dibujo tomado de Botanical Magazine, tab. 2932 (1830).

internos ca. de 3 cm, margen entero. Filamento de los estambres largos 2.5-3.6 cm, de los cortos 1.7-2 cm, piloso-glandulares a todo lo largo o los cortos algunas veces glabros; anteras de los filamentos largos 1.6-2.2 mm de largo, de los cortos 1.8-2.3 mm de largo; pistilo de 2.4-3.6 cm de largo; estilo piloso-glandular, heterostilo; estigma trilobado-fimbriado. Cápsulas ca. de 1.5 cm; semillas ca. de 1.5 mm. Número cromosómico $n=16$, $2n=30$, 32 y 58.

Habita en ríos, arroyos, canales, charcas temporales, lagos, lagunas, pantanos y presas. Altitud 0-2250 m. Nombres vulgares: camalote (Mich.); flor de agua (Gto.); huachinango (D.F.); jacinto (Q.R., Tab., Ver.); jacinto acuático (Mex.); jacinto de agua (D.F., Jal., Tab.); lagunera (Oax.); lechuguilla (Ver.); lirio (Chias., D.F., Jal., Mich., Mor., Ver.); lirio acuático (Camp., D.F., Jal., Mex., Mor., Oax., Pue., Son., Tab., Ver.); lirio de agua (Camp., Jal., Mex., Mor., Ver.); ninfa (Mich.); patito (Col., Gro., Son.); pato (Col., Gro.); pico de pato (Mich.); planta de agua (Ver.); reina de agua (Ver.). Usos: alimento de carpas (Mor.); artesanías (Tab.); forraje (Jal., Mor., Tab., Ver.); abono (Tab.); ornamental (Mex., Q.R.); Sombra para los langostinos (Mor.). Originaria de América tropical, ahora naturalizada en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. Es considerada mundialmente como una de las malezas acuáticas más agresivas, peligrosas y de difícil control. Está distribuida ampliamente en México, con excepción de los estados de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Zacatecas, Tlaxcala y Yucatán. Figuras 30 y 31.

Ejemplares examinados:

AGUASCALIENTES: Mpio: Aguascalientes. Presa San Nicolás. 1840 m. **Padilla, E. 00037**, 1 jul., 1978. (MEXU); Mpio: San José de la Gracia. Río Pabellón, 11.5 km al E de San José de Gracia. 1880 m. Poza de agua estancada a un lado del río. **González, M. 00134**, 12 jun., 1979. (MEXU, UAMIZ); **CAMPECHE:** Finca "El Porvenir", carretera entre Frontera y Ciudad del Carmen, a 25 km del río San Pedro. **Martínez, F. con colaboradores BF-II100**, 9 dic., 1963. (ENCB); Mpio: Campeche. Avenida Madero, Canal de desagüe. 12 m. Suelo inundado con aguas negras. **Chan, C. con Flores, S. 00490**, 26 may., 1981. (XAL); Mpio: Campeche. Palizada. 6 m. **Chan, C. 01151**, 16 ene., 1982. (MEXU); Mpio: Cd. del Carmen. Francisco Escárcega, cerca al canal de la vía del ferrocarril. Inundable. **Cabrera, E. 14124**, 29 jul., 1987. (MEXU); **CHIAPAS:** Mpio:

Acapetahua. Camino a Las Garzas a 3 km al S del poblado Matamoros, planicie costera. 5 m. **Díez, S. con Trujillo, R. 00116**, 25 ago., 1988. (**HUMO, MEXU**); Mpio: Catazajá. Along río Usumacinta 25-30 km east northeast of Palenque junction. 30 m. Marsh. **Breedlove, D. 56076**, 12 dic., 1981. (**MEXU**); Mpio: Cintalapa. Along the Río Cintalapa 5-6 km northwest of las Cruces along logging road to La Cienega. 850 m. **Breedlove, D. 28397**, 5 oct. 1972. (**MO**); Mpio: Huehuetán. Cuyamiapan. 0 m. Matorral, terreno plano. **Ventura, E. con López, E. 01272**, 6 mar., 1985. (**ENCB**); Mpio: Huehuetán. Ejido Guadalupe, a 6 km al sureste de Huehuetán. 200 m. Terreno plano, orilla de arroyo. **Ventura, E. con López, E. 05264**, 16 jun., 1988. (**UAMIZ**); Mpio: Huehuetán. Ejido Palo Blanco. 0 m. Matorral, terreno plano, potrero. **Ventura, E. con López, E. 03369**, 12 mar., 1986. (**IEB**); Mpio: Mazatán. Barra de San Simón. 0 m. Matorral en terreno plano. **Ventura, E. 02203**, 7 ago., 1985. (**ENCB**); Mpio: Mazatán. Cuatro caminos. 0 m. Orilla de camino, terreno plano. **Ventura, E. con López, E. 03580**, 30 abr., 1986. (**IEB, MEXU**); Mpio: Villa Flores. 14 km north of Villa Flores along the road to Tuxtla Gutiérrez. 900 m. Stream bank. **Breedlove, D. 24598**, 17 apr., 1972. (**MEXU, MICH, MO**); **COAHUILA**: Pozo Los Fresnos. 300 m. Aquatic. **Lehto, D. con Keil, D. & Pinkava, D. 05628**, 13 jun., 1968. (**NY**); Monclova, eastern Coahuila. **Marsh, E. 02201**, 28 Aug., 1939. (**GH**); Monclova, eastern Coahuila. **Marsh, E. 02243**, 7 may., 1939. (**GH**); **COLIMA**: Laguna Amela a 60 km al SE del Puerto de Manzanillo 10 m creciendo en el borde de la laguna. **Novelo, A. 00922 con Mijangos, M. 6 Ago., 1990 MEXU**); Laguna Potrero Grande, a aprox. 30 km al noroeste de Manzanillo rumbo a Cihuatlán. 5 m. creciendo en el borde de la laguna y entre el tular. **Novelo, A. 00950 con Mijangos, M. 9 Ago., 1990 (MEXU)**; La Pavota. **Santiago, V. 07562**, 11 ago., 1917. (**MEXU**); Mpio: Comala. Laguna El Jabal a aprox. 33 km al norte de la Ciudad de Colima rumbo al Volcán Nevado de Colima. 1300 m. creciendo en toda la laguna. **Novelo, A. 00932 con Mijangos, M. 6 Ago., 1990 (MEXU)**; Mpio: Manzanillo. Salagua, Manzanillo. Esteros del río. **Contreras, M. 00040**, 21 sep., 1950. (**MEXU**); **D.E.**: Cuernanco, Xochimilco. **Hernández, C. 00003**, 19 jun., 1984. (**MEXU**); Pedregal de San Angel, Zacatepetl. **Lyonnet, E. 01131**, ago., 1935. (**MEXU(2)**); Federal District, Valley of Mexico. 2250 m. Floating on water. **Pringle, C. 06316**, 9 jun., 1896. (**BM, BR, ENCB, G(2), GH, M, MEXU, MEXU (Foto exG(2), NY**); Xochimilco. **Ulloa, M. s/n**, 25 ago., 1965. (**MEXU**); Deleg: Xochimilco. Zona de canales de Xochimilco, junto al canal de Cuernanco, forma

cepas en el borde del canal. **C.M.V.A. 00535**, 11 oct., 1980. (**UAMIZ**); Deleg:Xochimilco. Zona de chinampas, junto al canal de Cuemanco. **C.M.V.A. 00631**, 26 feb., 1981. (**UAMIZ**); Deleg:Xochimilco. Canal de Cuemanco. **C.M.V.A. 00657**, 8 oct., 1981. (**UAMIZ (3)**); Deleg:Xochimilco. Xochimilco. 2300 m. **Espinoza, J. s/n** 19 jun., 1954. (**ENCB**); Deleg:Xochimilco. Xochimilco. 2250 m. **Galván, R. 00116**, 17 oct., 1971. (**ENCB**); Deleg:Xochimilco. Canales cercanos a la laguna del Toro, área chinampera de Xochimilco. 2250 m. Creciendo en todos los canales de la zona chinampera. **Novelo, A. 01186**, 30 ago., 1993. (**MEXU**); Deleg:Xochimilco. In grosson kanla dei Xochimilco. **Seler, E. 03522**, 21 nov., 1902. (**GH**); Deleg:Xochimilco. Xochimilco. **Taylor, E. 00901**, 19 ago. 1937. (**MO**); Deleg:Tlahuác. Tlahuác. 2250 m. Orilla del canal. **Rzedowski, J. 26259**, 14 sep., 1968. (**ENCB**); **DURANGO**: Durango. 6200 ft. **Fisher, G. 44254**, 23 jul. 1944. (**MO, NY**); Nombre de Dios, por la carretera a Fresnillo. Estanque artificial. **González, S. con Acevedo, S. 02009**, 19 sep., 1981. (**ENCB**); **GUANAJUATO**: Fassés de la ville de México. **Dugés, A. s/n**, 1897. (**GH**); Mpio: Yuriria. Lago de Yuriria. 1730 m. **C.M.V.A. 00548**, 24 oct., 1980. (**ENCB, IEB(2), MEXU, UAMIZ(2)**); **GUERRERO**: Coyuca de Benitez. 0 m. **Gómez, L. 00079**, 16 sep., 1977. (**ENCB**); Canal de Riego a 4 km al oeste del poblado de Cajinicuilapan en la frontera con Oaxaca. 0 m. Creciendo dentro del canal, en aguas poco profundas con muchos nutrientes. **Novelo, A. con Calzada, I. 01079**, 16 ago. 1992. (**MEXU**); 8 km al SE de Zirándaro, camino a Guayameo. 270 m. **Soto, J. con Silva, G. 04324**, 6 sep., 1982. (**MEXU**); 5 km al NW de Petatlán, camino a Camalote. 110 m. **Soto, J. con Martínez, E. y Silva, G. 05960**, 22 oct., 1983. (**MEXU**); Near village of El Tuzal, about 3.9 miles SE Petatlán. 80 m. In small pond. **Stevens, W. con Donoghue, M. & Scott, M. 02540**, 25 jul., 1976. (**ENCB, GH**); Mpio: Acapulco. Laguna de Coyuca. 40 m. Creciendo en suelo muy húmedo y flotando en toda la laguna. **Bonilla, J. 00845**, 18 may., 1990. (**HUMO**); Mpio: Acapulco. La Venta. 50 m. **Villanueva, A. 00027**, 22 jul., 1968. (**ENCB(2), MICH**); Mpio: Copala. Laguna de Copala, 2 km al E de la Colonia Manuel N. Alvarez. 1 m. Creciendo cerca de la bocana 1 m de profundidad en lugares protegidos. **Bonilla, J. 00629**, 2 abr., 1989. (**HUMO**); Mpio: Mina. Placeres. 300 m. Pond. **Hinton, G. 09834**, 11 Dec., 1936. (**GH, MICH, NY**); **HIDALGO**: Mpio: Molango. Orilla SE de la Laguna Atezca. 1300 m. Dentro del agua. **Flores, D. 00184**, 15 may., 1976. (**CHAPA, ENCB, IBUG, MEXU**); Mpio: Molango. Margin of Laguna de Atezca, below Molango. 1400 m. Margin of laguna. **Moore**

Jr., H. 02021, 10 nov., 1946. (GH); Mpio: Tezontepec. Villa Tezontepec. 2320 m. En el jagüey del pueblo. **Castilla, M. con Tejero, D. 01393**, 25 jul., 1981. (ENCB); **JALISCO**: Lago de Chapala. Formando manchones de gran tamaño en la laguna. **Borges, A. 00029**, 26 ago., 1983. (UAMIZ); Lago de Chapala. Formando manchones de gran tamaño en la laguna. **Borges, A. 00030**, 26 ago., 1983. (UAMIZ); Camino al Aeropuerto, Guadalajara. 1600 m. Cienega. **Castillo, J. s/n**, 12 jun., 1986. (IBUG); Wet pasture near Villa Corona. 1350 m. Plentiful on extensive shallow pool. **Dieterle, J. 03499**, 18 sep., 1969. (ENCB, MEXU); 2 km al N de Barra de Navidad. **Elizondo, R. con Sánchez, F. Fal-3281**, 26 sep., 1965. (ENCB, IEB, MEXU); Camino al aeropuerto, Guadalajara. 1600 m. Cienega. **Enriquez, M. s/n**, 12 jun., 1986. (IBUG); En Ameca al E del río Ameca. 1600 m. Acuática. **González, E. s/n**, abr., 1979. (IBUG); El Zapote. 1500 m. **González, J. s/n**, 15 Jan., 1974. (IBUG); Km 10 carretera Guadalajara-Chapala. 1550 m. Laguneta al lado de la carretera. **López, I. con Sánchez, F. Fal-01758**, 11 may., 1965. (ENCB, IBUG); Carretera Guadalajara-Chapala, km 15. En lagunas cubiertas por la planta. **Ochoa, R. 00406**, 12 ago., 1968. (ENCB); Presa Sta. Cruz como a 5 km de Ixtlahuacán de los Membrillos. Dentro del agua, planta flotante. **Romero, H. 00575**, 24 oct., 1975. (MEXU); Las Alamandas area, 3 km W of intersection with Hwy 200 (26.1 km NW of Chamela Biological Research Station). At edge of lagoon. **Rothschild, B. con Ayala, G. 00082**, 16 nov., 1990. (HUMO); Juanacatlán, en el río Santiago. 1550 m. En el río. **Rzedowski, J. 16337**, 23 mar., 1963. (ENCB); Por el canal de riego de "El Grullo". 950 m. Acuático. **Santana, J. s/n**, 2 may., 1978. (IBUG); Camino Real del Rancho la Hacienda. En lugares acuáticos. **Torre, G. de la s/n.**, 22 oct., 1979. (IBUG); Mpio: Acatlán de Juárez. Acatlán de Juárez. 1393 m. Acuática. **De la Madrid, M. s/n**, 30 oct., 1982. (IBUG); Mpio: Ameca. Al SE de Ameca, por el río. 1250 m. Orillas del río. **Sánchez, S. s/n**, 24 may., 1980. (IBUG); Mpio: Cd. Guzmán. Orilla de la Laguna de Zapotlán, 6 km al N de Cd. Guzmán. 1460 m. Lago somero con grandes extensiones de tular y lirio. **Morones, A. 00213**, 10 jun., 1988. (IBUG); Mpio: Chapala. Lago de Chapala. 1550 m. En el lago. **Alcocer, A. s/n**, 15 Apr., 1973. (IBUG); Mpio: Chapala. Lago de Chapala. 1530 m. **Borges, A. 00033**, 26 ago., 1983. (MEXU); Mpio: Chapala. Lago de Chapala. 1530 m. **Borges, A. 00034**, 26 sep., 1989. (MEXU); Mpio: Chapala. Laguna de Chapala. 1900 m. En el agua. **Villarreal de P., L.M. 05127**, jul., 1961. (IBUG); Mpio: Cihuatlán. En el lado E del poblado de San Patricio (Melaque). En un lago

cerca del mar. **García, G.L.E. s/n**, 23 abr., 1979. (IBUG); Mpio: El Ayo El Chico. Rancho la Isla carretera Ayotlán-Sta. Rita. 1580 m. **Cuevas, R. 00333**, 16 Aug., 1984. (IBUG); Mpio: Guadalajara. 20 km al noroeste de Guadalajara. 1500 m. Acuática, Presa infestada. **Alba, J. s/n, s/f. (IBUG)**; Mpio: Guadalajara. Aeropuerto Miguel Hidalgo. 1590 m. Lago artificial, creciendo junto a un carrizal. **Delgado, D. s/n**, 16 Dec., 1978. (IBUG); Mpio: Jocotepec. Rivera de la Laguna de Chapala. 1545 m. Matorral subtropical. **Batiz, G.J.P. s/n**, 12 oct., 1982. (IBUG); Mpio: La Barca. Ejido Coenqueño, 20 km de la Barca. Al oriente regaderas. **Arévalos, M. s/n**, oct., 1986. (IBUG); Mpio: La Barca. La Barca. 1800 m. En el agua, crece en las lagunas, charcas grandes, sobre el agua. **Vázquez, R. s/n.**, 1 may., 1973. (IBUG); Mpio: La Huerta. En una vía cercana del pueblo la Huerta. 900 m. En un río cercano de la Huerta, esta planta se encuentra en lugares húmedos. **Medrano, A. s/n**, 4 nov., 1982. (IBUG); Mpio: Magdalena. Cerca de la laguna Magdalena. 1400 m. Zona pantanosa, crece en lugares donde hay mucha agua, arroyos y laguna. **Medina, V. s/n**, 9 oct., 1982. (IBUG); Mpio: Teocaltiche. En la Presa de los Laureles, en San Gaspar. 1600 m. A la orilla de la presa, acuática. **Ponce, A. 00037**, 6 Dec., 1981. (IBUG); Mpio: Teuchitlán. Balneario el Rincón. 1260 m. Acuática. **Caro, L. s/n**, Apr., 1985. (IBUG); Mpio: Teuchitlán. Presa de la Vega. 1240 m. **Moya, M. s/n.**, 5 jun., 1987. (IBUG); Mpio: Tlaquepaque. 5 km antes de la planta de bombeo en López Cotilla. 1540 m. Charco lodoso semiacuático. **Casillas, V. s/n**, 7 jun., 1974. (IBUG); Mpio: Tomatlán. Costado noreste de la presa Cajón de Peñas. 950 m. Creciendo en la presa. **Guzmán, R. con De la Mora, C. 01656**, 27 sep., 1984. (IBUG); Mpio: Villa Corona. En la Laguna de Villa Corona. 1560 m. Forma colonias muy vistosas en el agua. **Plascencia, P. 00009**, 25 may., 1973. (IBUG); Mpio: Yahualica de González Gallo. Río Verde, 20 km al N por la carretera a Guadalajara en el puente. 2000 m. Acuática. **Mercado, M. s/n**, 15 Apr., 1982. (IBUG); Mpio: Zapopán. Carretera a San Cristobal, km 5. 1650 m. Acuática, crece en lugares húmedos. **Carrillo, J. s/n**, 22 may., 1982. (IBUG); Mpio: Zapopán. Charca junto al fraccionamiento Tabachines. 1500 m. Acuática. **Michel, A. s/n**, oct., 1981. (IBUG); Mpio: Zapopán. Al E de Tesistán. 1550 m. Se encuentra abundantemente infestando el agua. **Ornelas, R. 00001**, 15 oct., 1979. (IBUG); Mpio: Zapotlanejo. La Mezquitera, 15 km al SE de Zapotlanejo. 1460 m. Acuática. **Preciado, M. s/n**, 1 Apr., 1979. (IBUG); MÉXICO: Lago Guadalupe Victoria. **C.M.V.A. 00457**, 22 may., 1980. (MEXU, UAMIZ(2)); Mpio: Cuautitlán. Cuautitlán. 2300 m. **Medellín, F. s/n**,

10 oct., 1954. (ENCB); Mpio: Cuautitlán Izcalli. Orilla del lago Espejo de los lirios. 2270 m. A orilla del lago. **C.M.V.A. 00529**, 2 oct., 1980. (IEB, UAMIZ); Mpio: San Antonio Tultitlán. San Antonio Tultitlán. **Medellín, F. 00129**, 10 oct., 1954. (ENCB); Mpio: Texcoco. Lago de Texcoco a los lados de la calzada a Texcoco. 2240 m. **Aguilar, R. con Cruz, R. Fal-198.**, 28 ago., 1963. (ENCB, MEXU); Mpio: Texcoco. Bosque y jardines frente al edificio principal, Universidad Autónoma de Chapingo. 2240 m. Flotando sobre el estanque. **Reyes, B. con Monsalvo, E. 00181**, 28 jun., 1991. (UAMIZ); Mpio: Valle de Bravo. Laguna de Valle de Bravo. 2985 m. A la orilla de la laguna, dentro de un canal muy húmedo, tapizado por el lirio. **Estrada, E. 00340**, 21 dic., 1974. (ENCB); Mpio: Zumpango. Orilla Oriental del Lago Zumpango. 2250 m. Acuático. **Archundia, R. 00162**, 27 nov., 1977. (CHAPA, CSAT, IBUG, IEB, MEXU, XAL); Mpio: Zumpango. Zumpango de San Juan Zitlaltepec. 2250 msnm. Acuático. **Chávez, A. s/n**, 5 may., 1963. (MEXU); Mpio: Zumpango. San Juan Zitlaltepec, a orillas de la laguna de Zumpango. 2250 m. Aguas someras. **Galván, T. s/n**, 5 may., 1963. (ENCB); Mpio: Zumpango. San Juan Zitlaltepec. 2250 m. Aguas someras. **García, L. s/n**, 9 nov., 1975. (ENCB); Mpio: Zumpango. San Juan Zitlaltepec. orilla N del Lago Zumpango. 2250 m. En el Lago. **López, V. 01026**, 9 nov., 1975. (CSAT, IBUG, IEB, MEXU, NY); Mpio: Zumpango. Laguna de Zumpango, 1 km al S de San Juan Zitlaltepec. 2250 m. Acuático. **López, C. 00231**, 28 nov., 1978. (G(2), IZTA); Mpio: Zumpango. Zumpango. 2300 m. En laguna. **Matuda, E. 19713**, 8 oct. 1950. (CBE, MEXU); Mpio: Zumpango. Laguna de Zumpango. **Medellín, F. s/n**, 18 sep., 1955. (ENCB); Mpio: Zumpango. San Juan Zitlaltepec. 2250 m. **Mitastein, M. 00059**, 5 jun., 1966. (ENCB); Mpio: Zumpango. 1km al S de San Juan Zitlaltepec. 2260 m. Orilla de la laguna. **Ortiz, M. 00071**, 21 sep., 1969. (MEXU, NY); Mpio: Zumpango. Laguna de Zumpango. 2200 m. En la laguna. **Petrich, M. s/n**, 28 nov., 1976. (CHAPA); Mpio: Zumpango. San Juan Zitlaltepec, orillas de la Laguna de Zumpango. 2250 m. Terrenos encharcados. **Rzedowski, J. 16605**, 5 may., 1963. (ENCB(2), MICH); Mpio: Zumpango. San Juan Zitlaltepec, orilla del lago de Zumpango. 2250 m. Acuática, flotante. **Soriano, J. 00167**, 3 Dec., 1978. (CSAT, IEB, UAMIZ(2)); MICHOACAN: Vicinity of Morelia, Rancho Aguacate. 1950 m. **Arsène, Bro. G. s/n**, 4-6 jul. 1912. (MO, NY(2)); Along highway between Morelia and Irapuato, 9.3 miles of Mason Nuevo. 6400 ft. Rocky hills by lake. **Bennet con Torke, Wieder & Dunn 00735**, 31 jul., 1977. (CHAPA, ENCB); Cointzio. **López, I. con Sánchez, F. Fal-03183**, 13 may.,

1965. (ENCB); Nueva Italia. Muñoz, A. s/n, 28 may., 1955. (CHAPA); Ejido Parácuaro, km 10 carretera Parácuaro. aprox. 400 m. Arvense en arroz. Rodríguez, C. con Agundis, O. y Espinoza, J. 01050, 5 abr., 1974. (CHAPA, ENCB); Mpio: Morelia. La Laguna. 1800 m. Arsène, F. s/n, 8 nov., 1909. (G, MEXU (Foto ex G)); Mpio: Apatzingan. 0.5 miles south of Apatzingan. 1200 ft. Growing in irrigation ditch. Leavenworth, W.C. 00411, 31 jul., 1940. (GH); Mpio: Coacolman. Coacolman de Matamoros. 1000 m. Marsh. Hinton, G. 12196, 17 sep., 1938. (G, GH, MEXU (Foto ex G), NY); Mpio: Jiménez. Presa Aristeo Mercado. 2000 m. Arroyo, dentro del agua. Pérez, E. 01241, 14 jun., 1990. (IEB); Mpio: Morelia. Rancho del Aguacate, Morelia. 1950 m. Arsène, Bro. G. 02409, 28 ago., 1909. (MEXU); Mpio: Morelia. Vicinity of Morelia, Rancho Aguacate. 1950 m. Arsène, Bro. G. 05790, 1910. (BM, BR, GH, MEXU, NY); Mpio: Morelia. Rancho del Aguacate. 1950 m. Arsène, F. s/n, 8 Sep. 1910. (G); Mpio: Morelia. La Laguna. 1800 m. Arsène, F. s/n, 8 nov., 1909. (G); Mpio: Morelia. La Laguna. 1800 m. Arsène, F. s/n, 29 Aug., 1910. (G, (MEXU Foto G)); Mpio: Morelia. Rancho del Aguacate. 1950 m. Arsène, F. s/n, 8 sep., 1910. (BR, G, GH, MEXU (Foto ex K(2) ex G)); Mpio: Morelia. La Laguna. 1800 m. Arsène, F. s/n, 29 Aug., 1910. (G); Mpio: Morelia. Rancho del Aguacate. 1950 m. Arsène, F. s/n, Oct. 1910. (G); Mpio: Morelia. Rancho del Aguacate. 1950 m. Arsène, F. s/n, oct., 1910. (G, MEXU (Foto ex G),); Mpio: Morelia. Presa la Mintzita a 10 km al SE de Morelia, cerca de Cointzio. 1900 m. González, M. 00197, 1 sep., 1979. (MEXU, UAMIZ); Mpio: Morelia. La Alberca, presa la Mintzita, 14 km al suroeste de Morelia. 1900 m. Acuática. Rodríguez, S. 02055, 26 Apr., 1986. (IEB); Mpio: Puruándiro. El Sabino de Buenavista. 1900 m. Charco en pastizal. Pérez, E. con García, E. 01750, 31 ago., 1990. (IEB, MEXU); Mpio: Queréndaro. Presa de Malpaís a las afueras de Queréndaro a 35 km al NE de la ciudad de Morelia. 1850 m. Creciendo en las partes abiertas de la presa. Lot, A. con Novelo, A. 01380, 3 abr., 1984. (MEXU); Mpio: Queréndaro. Ciénega de Queréndaro, 2 Km al E de Queréndaro. 1880 m. Acuática. Rodríguez, S. 02082, 5 may., 1986. (IEB); Mpio: Quiroga. Cerca de Ihuatzio al E del Lago de Pátzcuaro. 2100 m. Novelo, A. con Lot, A. 00467, 1 abr., 1978. (ENCB, MEXU); Mpio: Tzintzuntzan. San Pedro Cucuchucho. 2100 m. Terreno plano, dentro del agua. Escobedo, M. 00139, 11 sep., 1985. (IEB, UAMIZ); Mpio: Venustiano Carranza. El Escarbadero. Acuática en canales de riego. López, R. s/n, 24 nov., 1982. (IEB, ENCB(2), MEXU); Mpio: Zinapécuaro. Cerca de Coro. 1850

m. Terrenos de suelo húmedo a la orilla del lago de Cuitzeo. **Rzedowski, J. 39219**, 24 oct., 1985. **(IEB)**; **MORELOS**: Jiutepec. Bosque caluroso y húmedo. **Aguirre, O. 00023**, 16 jul., 1967. **(ENCB)**; Canal Puente de Urrutia, Xochimilco. En canal. **Bonilla, J. 00680**, 27 jul., 1989. **(HUMO)**; Las Estacas. **Vázquez, S. 02098**, 16 nov., 1968. **(MEXU)**; Mpio: Jiutepec. En canal y estanques de peces a 500 m al SE de la Ex-Hda. de Cortés, camino Atlacomulco-Parres. 1420 m. **Bonilla, J. 00023**, 3 feb., 1984. **(HUMO(2), MEXU)**; Mpio: Jiutepec. En canal y estanques de peces a 500 m al SE de la Ex-Hda. de Cortés, camino Atlacomulco-Parres. 1420 m. **Bonilla, J. 00065**, 2 feb., 1986. **(HUMO)**; Mpio: Jiutepec. Manantial Las Fuentes a 2 km al SE de Jiutepec. 1340 m. Flotando y arraigada al sustrato, creciendo en lugares sombreados. **Bonilla, J. 00118**, 13 abr., 1986. **(HUMO)**; Mpio: Jiutepec. Manantial Las Fuentes a 2 km al SE de Jiutepec. 1340 m. **Bonilla, J. 00150**, 9 may., 1986. **(HUMO, MEXU)**; Mpio: Jiutepec. Pedregal de las Fuentes; Jiutepec. **Laguerenne, A. s/n. (IEB)**; Mpio: Jojutla. Estanques de langostino y carpas en la Unidad Piscícola "Las Peñitas", a 1 km del Higuerón. Creciendo en los bordes. **Ocampo, M. 00011**, 17 mar., 1990. **(HUMO)**; Mpio: Temixco. Charco temporalmente inundado a un costado de la carretera, a 700 m después de Temixco, carretera federal Temixco-Acatlpa. 1210 m. Creciendo en lugar somero. **Bonilla, J. 00129**, 1 may., 1986. **(HUMO, MEXU)**; Mpio: Tlaquiltenango. Río formado por la presa Quilamula. 990 m. **Bonilla, J. 00201**, 5 jul., 1986. **(HUMO)**; Mpio: Tlaquiltenango. Cañada de Teolinca, Pueblo de Quilamula. 1080 m. Creciendo en todo el río. **Bonilla, J. 01060**, 30 ago., 1990. **(HUMO)**; Mpio: Tlaquiltenango. Presa Quilamula. 1100 m. Crece en toda la presa, forma camalotes. **Bonilla, J. 01062**, 30 ago., 1990. **(HUMO)**; Mpio: Tlaquiltenango. Presa de Quilamula. 995 m. **De la Cruz, J. 01576**, 23 abr., 1987. **(MEXU, UAMIZ)**; **NAYARIT**: Wet meadow near the highway 12 miles southeast of Tepic, and nearly south of Cerro Sangangüey; elevation ca. 1000 m. Floating in water of canal. Open sun. **Feddema, Ch. con King, M. 00575**, 16-18 Aug., 1959. **(IEB)**; Isla de Mexcaltitlán. 5 m. Manglar. **Hidalgo, C. 00011**, 29 Dec., 1978. **(IBUG)**; Mpio: Compostela. 1.5 km al S del crucero de Compostela, camino a Mazatán, cerca del Balneario de Compostela. 850 m. **Flores, G. con Ruenes, R. 01984**, 15 abr., 1990. **(MEXU)**; Mpio: Compostela. Río Compostela, bajo el puente del libramiento, aproximadamente 1 km de la caseta de cobro a Chapalilla al sur de la Cd. de Tepic. 700 m creciendo en el borde del río. **Novelo, A.**

00888 26 Oct., 1989 (**MEXU**); Mpio: San Pedro lagunillas. Laguna y ríos que la alimentan. Borde NW de San Pedro Lagunillas, a aprox. 60 km al SE de la Cd. de Tepic. 900 - 1000 m. creciendo en el borde de la laguna. **Novelo, A. 00902** 26 Oct., 1989 (**MEXU**); NUEVO LEON: Río San Juan, Los Ramones. 210 m. Dentro del agua. **Villarreal, A. 02879**, 4 abr., 1985. (**ENCB**); OAXACA: Mpio: Jamiltepec. Al N del Pueblo Dos Caminos, brecha hacia San Agustín Chayuco, a 13 km del entronque con la carretera Pinotepa Nacional-Puerto Escondido, Distrito Jamiltepec. 320 m. **Tenorio, P. con Torres, R. 00223**, 6 abr., 1982. (**MEXU**); Mpio: San Pedro Huilotepec. Río que atraviesa la carretera a 6 km al E de Salina Cruz a las afueras del poblado San Pedro Huilotepec. 5 m. Creciendo en el borde del río, sobre suelo casi seco. **Novelo, A. con Wiersema, J. 01116**, 11 nov. 1992. (**MEXU**); Mpio: San Pedro Tututepec. 21 km al W de Río Grande, Dto. Juquila (Costa). 10 m. **López, L. 00339**, 1 mar., 1985. (**ENCB, MEXU**); Mpio: Tehuantepec. Dto. Tehuantepec de Huilotepec a San José El Palmar, en el río Huilotepec. **Martínez, C. 00864**, 20 mar., 1987. (**MEXU**); Mpio: Valdeflores. km 36 de la carretera Oaxaca-Puerto Escondido. En canal de drenaje. **Solano, C. 00157**, 19 may., 1978. (**CHAPA**); PUEBLA: Vicinity of Puebla, Archeveché. 2165 m. **Arsène, Bro. G. (s/n)**, 16 jul. 1907. (**MO**); Lago Epatlán. **Miranda, F. 02502**, 11 dic., 1942. (**MEXU**); Mpio: Tenanpulco. Río Verde. 250 m. Pastizal en terreno plano. **Ventura, E. 01216**, 20 Aug., 1983. (**IEB**); Mpio: Valsequillo. Presa de Valsequillo. En la presa. **Calderón, A. s/n**, 6 jun., 1976. (**CHAPA**); QUERÉTARO: Camino a Amealco, poco antes de Galindo, lado derecho. 1950 m. En agua. **Argüelles, E. 01133**, 16 jul., 1978. (**ENCB(2), MEXU**); Km 3.5 en la desviación para Colón. 1900 m. Ciénega grande al lado del camino. **Argüelles, E. 03296**, 7 oct., 1990. (**IEB**); Mpio: Cadereyta. Taxidhó, margen izquierdo del río San Juan. 1580 m. Matorral, dentro del agua. **Zirahuén, O. 00155**, 23 sep., 1989. (**IEB**); QUINTANA ROO: Bajo inundable del río Hondo a la altura de Alvaro Obregón a 54 km de Bacalar, rumbo a la Unión. 5 m. **Lot, A. con Novelo, A. 00785**, 17 jul., 1979. (**ENCB, MEXU**); Mpio: Othon P. Blanco. Saliendo de Kohunlich hacia Chetumal. Suelo inundable. **Góngora, E. 00881**, 22 jul., 1983. (**ENCB**); SAN LUIS POTOSÍ: Villa de Reyes. 1850 m. En los remansos del arroyo. **Rzedowski, J. 08504**, 16 nov., 1956. (**ENCB**); Mpio: Tampacán. 2 km al SE de Axtla, sobre el camino a Tampacán. 100 m. En charcos. **Rzedowski, J. 10257**, 27 mar., 1959. (**ENCB, MEXU**);

SINALOA: Mpio: Culiacán. Palos Blancos. Orilla del río. **Pavón, J. con Payan, C. y Villavicencio, C. 00220**, 12 may., 1984. (**IBUG**); Mpio: Culiacán. Vicinity of Culiacán. **Rose, J. con Standley, P. & Russell, P. 14892**, 24 Apr., 1910. (**NY**); Mpio: Rosario. 0.9 miles N of Río Presidio on Mexico 15. 25 ft. Floating on roadside pond. **Breedlove, D. 01581**, 29 Jan. 1962. (**DUKE**); **SONORA:** Yaquí River floodplain 0.7 mi N of Bacum. Forming mats at edge of pools. **Webster, G. con Lynch, S. 17019**, 21 jun., 1972. (**MEXU, MO**); Mpio: Cajeme. Valle del Yaquí, Block 302, campo 2, Guaymas. Colectada en pantano con agua, plaga de los canales. **Pacheco, F. 00058**, 19 may., 1957. (**CHAPA**); **TABASCO:** Laguna Mecoacán, about 20 km NE of Comalcalco. 0 m. **Barlow, F. 00028**, 16 may., 1963. (**BM, MEXU, MICH, WIS**); Marshes and Low Inactive Levees, SE and E Laguna Mecoacán. **Barlow, F. 00028/31, B 1962-1963**. (**BM, MEXU, MICH, WIS**); Oeste de Villahermosa, rumbo a Carrizo. **Gómez-Pompa, A. 01276**, 16 dec., 1965. (**MEXU**); Charca al borde de la carretera a 31 km al E del entronque de la carretera Macuspana-Catazajá, rumbo a Jonuta. 30 m. Creciendo en el borde de la charca. **Lot, A. con Novelo, A. y Ramírez, P. 01335**, 26 ene., 1984. (**MEXU**); Laguna de la Ramada a 1 km del poblado y a 35 km de Villahermosa. **Lot, A. 02613**, 15 ago., 1978. (**ENCB, MEXU**); En la Laguna 4 km al sur de la carretera 15 y a 1 km al norte de la 10, sobre el eje W-O Balancán. **Novelo, A. 00161**, 6 dic., 1975. (**XAL**); Along Usumacinta River ca. 10 miles N of Cd. Pemex, 35 miles E of Villahermosa. Huge freshwater marsh. **Reznicek, A. con Gregory, D. 00290**, 15 dec., 1975. (**MEXU**); Mpio: Balancán. Carretera Balancán-El Triunfo. 50 m. **Hernández, S. con Martínez, M., Pacheco, L. y Espejo, A. 00011**, 25 jul., 1984. (**UAMIZ**); Mpio: Cárdenas. Colonia Paso y Playa. 11 m. Paludícola en un dren. **Aguirre, F. 00066**, 21 abr., 1985. (**UAMIZ**); Mpio: Cárdenas. Colonia Paso y Playa. 12 m. En el fango. **Arcia, D. 00068 s/f. (MEXU)**; Mpio: Frontera. A lo largo del río González a 2 km partiendo del Espino. Acuática. **Magaña, M. con Zamudio, S. y Ramos, G. 00495**, 10 nov., 1981. (**CSAT, ENCB**); Mpio: Huimanguillo. 10 km al S de Mezcalapa, a la orilla del río Chicoapan. 15 m. Orilla del río. **Toledo, C. con Martínez, M., Pacheco, L., Zamudio, S., Pérez, B. y Espejo, A. 00145**, 27 abr., 1984. (**UAMIZ**); Mpio: Jonuta. Km 26.1 de la panga de Colomo hacia Jonuta. Dentro de un potrero inundado. **Magaña, M. con Curiel, R. 00616**, 4 feb., 1982. (**CSAT, ENCB, MEXU**); Mpio: Macuspana. Camino a Ciudad PEMEX, en el Bayo. En

un charco. **Guadarrama, A. y colaboradores 00657**, 6 nov., 1985. (**ENCB, UAMIZ**); Mpio: Nacajuca. A 1 km del centro de Tucta. 10 m. Pantano con *Salvinia*. **Cáliz de D, H. con Castillo, R. 00217**, 5 may., 1989. (**MEXU**); Mpio: Nacajuca. Cerca del arroyo "El Chelele". 10 m. Acuático. **Cáliz de D, H. con Castillo, R. 00391**, 26 nov., 1989. (**MEXU**); Mpio: Nacajuca. Tucta, a 2 km de la escuela en la entrada de los camellones chontales. 2200 m. En suelo pantanoso. **Calzada, I. 04800**, 2 oct., 1978. (**ENCB(2), XAL**); Mpio: Nacajuca. Tucta, a 2 km de la escuela en el camellon de Yuca con bordes *Bixa orellana*. 92 m. En suelo pantanoso. **Calzada, I. 04841**, 3 oct., 1978. (**XAL**); Mpio: Nacajuca. Tucta, a 2 km de Incunac. 26 m. En suelo pantanoso. **Calzada, I. 04905**, 6 oct., 1978. (**XAL, ENCB**); Mpio: Nacajuca. Masateupa al N de Nacajuca. Dentro del popal. **Ortiz, G. con Cowan, C. 01870**, 17 ene., 1979. (**CSAT, MEXU, TEX**); Mpio: Nacajuca. El Puente de Agua Negra del centro de Nacajuca. Acuática. **Ramón, V. 00002**, 5 nov., 1987. (**ENCB, IEB**); Mpio: Villahermosa. Laguna de las ilusiones, Villahermosa. Planta flotante. **Sánchez, F. Fal-03426**, 26 jun., 1965. (**ENCB, IBUG**); Mpio: Villahermosa. San Román. 0 m. Dentro del agua. **Ventura, F. 21134**, 21 jul., 1984. (**ENCB**); **TAMAULIPAS**: orillas y canales de la Laguna del Chairel, Ciudad de Tampico. Orillas y canales de la laguna. **C.M.V.A. 00611**, 31 ene., 1981. (**UAMIZ (4)**); Laguna de Chairel, cerca de Tampico. 10 m. Orillas de la laguna de agua dulce. **García, D. 00007**, 30 oct., 1967. (**ENCB, MICH**); Laguna del Chairel, Tampico. 5 m. **Hernández, M. 01886**, 21 abr., 1973. (**MEXU**); Laguna de Champayán, Altamira. **Hernández, R. 01911**, 21 abr., 1973. (**MEXU**); Vicinity of Tampico. 15 m. **Palmer, E. 00163**, Jan., 1910. (**BM, G(3), GH(2), MEXU(Foto ex BM ex G(2)), NY(2)**); Laguna del Chairel, cerca de Tampico. 5 m. Tular en medio de la laguna, agua aparentemente dulce. **Rzedowski, J. 24590**, 14 sep., 1967. (**ENCB, IEB, MEXU**); Laguna del Chairel cerca de Tampico. 5 m. Tular en medio de laguna, agua aparentemente dulce. **Rzedowski, J. 24600**, 14 sep., 1967. (**ENCB, MEXU**); Laguna de Chairel, cerca de Tampico. 5 m. Tular en medio de la laguna, agua aparentemente dulce. **Saucedo, G. s/n**, 19 may., 1966. (**UAMIZ**); Mpio: Cd. Mante. Nacimiento del Río Mante. 0 m. Vegetación acuática a orillas del río. **Martínez, M. 00804**, 17 ago., 1985. (**ENCB, MEXU**); **VERACRUZ**: Río Paso Doña Juana, 8 km al N de Cd. Cardel. 15 m. **Bonilla, J. 00251**, 14 sep., 1986. (**HUMO**); Azufrera Panamericana, Jaltipan, presa de agua limpia. 40 m. **Bonilla, J. 00825**, 30 abr.,

1990. (HUMO); Zonas pantanosas cerca de Lerdo de Tejada. Acuático (30 cm de profundidad). **Brigada Vegetación Acuática 00018**, 16 sep., 1974. (ENCB, MEXU); Laguna de Sontecomapan, Catemaco. **C.M.V.A. 00487**, 13 jun., 1980. (MEXU); Lago de Catemaco, borde de la laguna. **C.M.V.A. 00494**, 24 jun., 1980. (UAMIZ, XAL); 4 km al N de Catemaco, desviación a Coyame; lado N de la Laguna de Catemaco. **Cedillo, R. 02463**, 30 ago., 1983. (MEXU); Laguna de Dn. Ramón. Acuático. **Chavelas, J. con Esparza, M. y Aceves, L. ES-2363**, 27 nov. 1967. (ENCB, MEXU); Orilla del río Coatzacoalcos, unión río Chiquitos. **Chazáro, M. 02815**, jul., 1983. (HUMO, IBUG); Coatzacoalcos. **Haffter, G. s/n**, 26 nov., 1971. (ENCB); Pantanos cerca de Lerdo de Tejada, rumbo a Alvarado. 50 m. Acuático, zona con cierta corriente, 60 cm de profundidad. **Lot, A. 01293**, 15 mar., 1971. (MEXU); Laguna Tortugas. **Lot, A. 02248**, 18 may., 1976. (MEXU); Moraliillo, canales que bordean el Tamesí antes de su desembocadura en el Pánuco. **Lot, A. 02413**, 13 abr., 1977. (ENCB, MEXU); Laguna El Castillo, desviación carretera Veracruz-México al NE de Xalapa. **Lot, A. 02428**, 12 may., 1977. (MEXU); Ranchería de Hermitaño, ejido de Coxquihui, en un arroyo pequeño. **Mendoza, M. con Evangelista, V. 00035**, 1 may., 1980. (MEXU); Along the Trans-Isthmian highway (route 185), 6 kilometers southwest of Coatzacoalcos. Growing in water in open sun. **King, R. 01148**, 5 Aug., 1958. (ENCB, MICH); 4 Km al N de Tecolapa (entre Santiago Tuxtla y Lerdo de Tejada). 100 m. Acuática, anual. **Nevling, L. con Gómez-Pompa, A. 00097**, 18 jul., 1967. (MEXU); 1 km antes encinar, carretera Puente Nacional a Huatusco. 700 m. Encinar, cerca laguna, planta acuática anual. **Nevling, L. con Gómez-Pompa, A. 02390**, 5 ago., 1971. (ENCB, GH, MEXU); Pozo de arena a 16km de Ignacio de la Llave, laguna de San Marcos y potreros adyacentes. 110 m. Potrero encharcado. 50 m. **Novelo, A. 00231**, 28 jul., 1976. (MEXU); Laguna de Catemaco. Acuático. **Novelo, A. 00250**, 30 jul., 1976. (MEXU); Coatzacoalcos. 0 m. **Orcutt, C. 03461**, 21 mar., 1910. (BM, GH, MEXU); Las Choapas, a 11 km del entronque Las Choapas con la carretera Cárdenas-Coatzacoalcos. 50 m. **Orozco-Segovia, A. 00106**, 14 abr. 1973. (MEXU, UAMIZ); Orilla S de la laguna de Catemaco. 350 m. Ripario. **Sousa, M. 02380**, 11 may., 1965. (MEXU); About 3 km N of Lerdo de Tejada. Cattail marsh on Hway 180. **Tucker, G. 02505**, 19 jul., 1984. (ENCB); Mpio: Actopan. Río Actopan, en el poblado La Esperanza. Aprox. 40 km al

sureste de Xalapa **Novelo, A. 01418 con Calzada, I. 5 May., 1995. (MEXU)**; Mpio: Catemaco. Arroyo Agrío. 400 m. **González, L. 00667, 25 mar., 1964. (ENCB)**; Mpio: Catemaco. Playa Hermosa. 250 m. Dentro de la laguna. **Ventura, F. 12801, 3 jun., 1976. (CHAPA, ENCB, MEXU)**; Mpio: Coatepec. Coatepec. **Hernández, M. CIP-00606, s/f. (XAL)**; Mpio: Coatepec. Puente Nuevo. 1100 m. Orilla de arroyo. **Ventura, F. 09996, 3 mar. 1974. (ENCB, MEXU)**; Mpio: Cosamaloapan. Los Robles. 60 m. **Hernández, R. con Cedillo, R. 01087, 5 mar., 1971. (GH, MEXU)**; Mpio: Cosamaloapan. Gabino Barreda, carretera Cosamaloapan km 1. 15 m. Pantano. **Martínez, G. 01030, 23 ago., 1966. (A, MEXU, MICH)**; Mpio: Jalapa. El Castillo. 1200 m. Hidrófita flotante. **Chazáro, M. s/n, 1987. (IBUG)**; Mpio: Tierra Blanca. El Porvenir, carretera a Temascal. 60 m. **Torres, R. con Sousa, M.; Cortés, L. y Gerau, L. 08255, 18 may. 1986. (MEXU)**; Mpio: Tlacotalpan. Charcas y pantanos a los lados de la carretera cerca del puente que cruza hacia Tlacotalpan. 10 m. Creciendo en todas las charcas. **Novelo, A. con Wiersema, J. 01107, 9 nov. 1992. (MEXU)**; Mpio: Tlalixcoyan. Pantanos a los lados de la carretera a 41 km al sureste de Veracruz rumbo a Alvarado. 10 m. Creciendo al borde de los pantanos. **Novelo, A. con Wiersema, J. 01104, 9 nov. 1992. (MEXU). SIN ESTADO**; **Mexico Valley. Lemmon, J. con Lemmon, J. 00160, 1905. (GH).**

3. *E. heterosperma* Alexander, in Smith, *Lloydia* 2(3): 170 (1939). Tipo: Guyana. "In shallow pond on savanna near Wichabai, basin of Rupununi River, Oct. 26, 1937", *Smith 2290* (holotipo NY sheet 1, microficha MEXU! No. 142-14; lectotipos NY sheet 2, microficha MEXU! No. 142-15; GH!; MEXU!; MO!; US, microficha MEXU! No. 125-6).

Eichhornia venezuelensis Velásquez, *Acta Bot. Venezuelica* 6: 367 (1972). Tipo: Venezuela, Laguna de Los Patos, 20 octubre 1970, *Velásquez 1487* (holotipo VEN).

Plantas perennes, enraizadas; tallos robustos de más de 1 m de largo, simpodiales, rastreros, flotando sobre la superficie del agua, ramificados. Hojas sumergidas y emergentes, dísticas, alternas; vainas (4-)5-8(-9.5) cm; ápice truncado;

pecíolos 8-25 cm, no inflados, lámina de las hojas sumergidas hasta de 10 x 0.5 cm, lineares, membranosas; lámina de las emergidas 3-10 x 1.5-6.5 cm, elípticas a obovadas; base atenuada a cuneada; ápice obtuso. Inflorescencia una pseudoespiga, con (3-)7-22 flores, algunas veces solitarias, alternas, sésiles a lo largo del pedúnculo, en pares y sésiles; pedúnculo 2.5-6 cm, grueso, glabro; entrenudo entre las espatas 1-2.5 cm; espata inferior (2)4-11 x 1-7.5 cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior 2-3.5(-5) cm, abierta la mitad superior; ápice redondeado, comúnmente mucronulado. Flores 2-4 cm; perianto azul claro a violáceo, externamente piloso-glandular; lóbulos externos ca. de 7 mm, margen entero; lóbulos internos ca. de 8 mm, margen entero. Filamento de los estambres largos 3-5 mm, de los cortos 3-8 mm, glabros; antera de los filamentos largos 1.1-1.3 mm, de los cortos 1.1-1.3 mm; pistilo ca. de 3 cm; estilo glabro, monostílico; estigma trilobado, lóbulos bifidos. Cápsulas 0.9-1 cm; semillas 1.6-1.8 x 0.8-1 mm. Número cromosómico $n=15$.

Habita en pantanos y bordes de ríos y lagunas. Altitud 0-200 m. Se distribuye desde el sur de México a Sudamérica y las Antillas. En México se le conoce solamente del estado de Chiapas. Figura 29.

Ejemplares examinados:

CHIAPAS: Paderón, Tonalá. **Matuda, E. 16292**, 14-30 ene., 1946. (**MEXU, MICH, US**); Mpio: Acapetahua. Santa Elena, Acapetahua. In swampy field. **Matuda, E. 17259**, 5 dic., 1947. (**F, MEXU, NY**).

4. *E. paniculata* (Sprengel) Solms-Laub., in A. DC., *Monogr. Phan.* 4(2): 530 (1883).
Pontederia paniculata Sprengel, *Neue Entdeck. Pflanzenk.* 3: 18 (1822).
 Tipo: Brasil, *Gardner 1168* (holotipo M, fototipo MEXU! ex M).
Pontederia martiusiana Roem. & Schult., *Syst. Veg.* 7(2): 1143 (1830). *Eichhornia martiana* Seub., in C. Martius, *Fl. Bras.* 3(1): 91 (1847). *Eichhornia martiusiana* (Roem. & Schult.) Walp., *Ann. Bot. Syst.* 1: 848 (1849). Tipo: Brasil, Bahía, "crescit in stagnis ad Joazeiro, floret Martio, Aprili, *Martius s.n.* (holotipo M, fototipos F! y MO! ex M).
E. meyeri Schulz, *Darwiniana* 6: 56 (1942). Tipo: Argentina, Dep. Tepenangá,



Figura 32. *Eichhomia paniculata* (Sprengel) Solms-Laub. Habito de la planta completa con inflorescencia, a) flor abierta, b) uno de los estambres superiores, c) uno de los estambres inferiores, d) pistilo. Dibujo tomado de Botanical Magazine, tab. 5020 (1857).

territorio del Chaco, Cote-Lay. Crece en charcos temporarios, *Meyer 2640* (sintipos: GH, MEYER, SI).

Plantas anuales, enraizadas erectas, tallos rizomatosos, muy reducidos. Hojas emergentes, basales; estípulas hasta de 25 cm, ápice obtuso, pecíolos hasta de 80 cm, rectos; lámina 5-9 x 2-5 cm, ovadas a ampliamente ovadas, base cordata; ápice agudo a acuminado. Inflorescencia una espiga de espigas, con 10-35 flores, sésiles a subpediceladas; pedúnculo 5-20 cm, delgado, glabro a pubescente; entrenudo entre las espatas 0.5-3 cm; lámina de la espata inferior 5-16 x 2-15 cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior 1.5-3 cm, abierta desde la base, subulada, ápice mucronado. Flores ca. de 1.8 cm; perianto azulado, externamente piloso-glandular; lóbulos arreglados 3 + 3, los externos ca. de 8 mm, margen entero, lóbulos internos ca. de 10 mm, margen entero. Filamento de los estambres largos 3 a 3.3 mm, de los cortos 3 a 3.4 mm, piloso-glandulares en el tercio superior; antera de los filamentos largos 1.2-1.4 mm, de los cortos 1.1-1.4 mm; pistilo ca. de 1.3 cm; estilo piloso-glandular; trifílco; estigma capitado. Cápsulas 0.7-1 cm; semillas 0.7-1 x 0.5-0.75 mm. Número cromosómico $n=8$.

Habita en los bordes de charcas temporales. Altitud 0-50 m. Se distribuye en el sur de México, Nicaragua, y de Brasil al norte de Argentina y las Antillas Mayores. Introducida en Florida. En México se le conoce solamente del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Figuras 29 y 32.

Ejemplares examinados:

OAXACA: Mpio: San Mateo del Mar. Laguneta west side of small mountain, east of road to Cd. Cuauhtemoc, 1.1 km South from road to San Mateo del Mar. 5 m. In a temporary fresh water pool. **Novelo, A. con Wiersema, J. 01195**, 17 sep., 1993. (MEXU); Mpio: San Mateo del Mar. 1 km al oeste de la Colonia Cuauhtémoc, rumbo a Salina Cruz. Aprox. 17 km al este de Salina Cruz. **Novelo, A. 01404 con Philbrick, T.; Crow, G. y Oropeza, N.** 12 Dic., 1994. (MEXU).

Heteranthera Ruiz López & Pavón, nom. cons., no *Heterandra* Beauv., 1799.

Phrynum Loeffling, *Iter Hispan.* 178. (1758).

Schollera Schreb., *Gen. Pl.* 2: 785. (1791).

Heterandra Beauv., *Trans. Amer. Phil. Soc.* 4: 177. (1799).

Leptanthus Michaux, *Fl. Bor. Amer.* 1: 4. (1803).

Eurystemon Alexander, *N. Amer. Fl.* 19: 55. (1937).

Zosterella Small, in Small & Carter, *Fl. Lancaster Co.* 68. (1913).

Hierbas enraizadas, anuales o perennes; tallos sumergidos, postrados sobre el agua o erectos, rizomatosos. Hojas sumergidas, flotantes o emergentes, basales o alternas; estípula membranosa, larga y persistente; peciolo nunca inflado, septado; lámina de las hojas sumergidas lineares y membranosas, las emergentes linear-lanceoladas, ovadas u obladas; sésiles o con la base truncada a cordata; ápice obtuso a agudo. Inflorescencia generalmente espíciforme, biflora o con una sola flor, sésiles; pedúnculo delgado, generalmente pubescente; con entrenudo entre las espatas; lámina de la espata inferior igual en tamaño y forma a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior infundibuliforme. Flores actinomorfas o zigomorfas, perianto blanco o coloreado, piloso-glandular externamente, lóbulos 6, generalmente arreglados 5 + 1, los 3 externos más angostos que los internos, margen entero. Estambres 3, filamento de enmedio más largo o más corto que los otros dos, pubescentes o glabros, coloreados; anteras heteromorfas, la central más grande que las 2 laterales; pistilo sin nectarios septales; ovario unilocular, placentación parietal-intrusiva; estilo homostílico, a veces coloreado; estigma capitado. Cápsula alargada, trilocular, multiseeminada, dehiscente, generalmente madurando debajo del agua; semillas numerosas, cilíndricas a elípticas, obtusas en los extremos, con costillas longitudinales.

Género con 11 especies. Regiones cálidas y templadas del Continente Americano y Africa. Algunas especies han sido introducidas en Europa. En México 8 especies.

CLAVE PARA LA IDENTIFICACION DE LAS ESPECIES
DE *HETERANTHERA* EN MEXICO

1. Inflorescencia uniflora.
 2. Flores amarillas. *1. H. dubia*
 2. Flores moradas, violetas, azules, lilas o blancas.
 3. Tallos flotando sobre el agua, flores zigomorfas, arreglo de los lóbulos del perianto 5 + 1. *7. H. rotundifolia*
 3. Tallos erectos, flores actinomorfas, arreglo de los lóbulos del perianto 3 + 3. *2. H. limosa*
1. Inflorescencia con 2 ó más flores.
 4. Pedúnculo 2 o más veces más largo que la espata, por lo general de más de 4 cm de largo.
 5. Láminas linear-lanceoladas.
 6. Antera grande mayor de 1.9 mm. *3. H. mexicana*
 6. Antera grande menor de 1 mm. *8. H. seubertiana*
 5. Láminas ovadas a olatas, la base cordata.
 7. Apice del peciolo y pedúnculo pubescentes; perianto generalmente blanco. *9. H. spicata*
 7. Apice del peciolo y pedúnculo glabros; perianto morado, violeta, azul o lila. *5. H. peduncularis*
 4. Pedúnculo generalmente más corto que la espata o, si más largo, entonces no mayor de 4 cm.
 8. Inflorescencia generalmente con 2 flores; perianto morado, violeta, azul o lila. *4. H. oblongifolia*
 8. Inflorescencia con 4 ó más flores; perianto blanco. *6. H. reniformis*

1. *Heteranthera dubia* (Jacq.) MacMill., *Metaspermae Minnesota Valley* 138 (1892). *Commelina dubia* Jacq., *Observ. Bot.* III: 9 (1768). *Schollera dubia* (Jacq.) Kuntze, *Rev. Gen. Pl.* 2: 719 (1891). *Zosterella dubia* (Jacq.) Small, in Small & J. Carter, *Fl. Lancaster Co.* 68 (1913). Tipo: Estados Unidos,

- Virginia, *Clayton 814* (holotipo BM!; fototipo MEXU! ex BM).
- Leptanthus gramineus* Michx. *Fl. Bor. Amer.* 1: 25 (1803). *Heteranthera graminea* (Michx.) Vahl, *Enum. pl.* 2: 45 (1805). Tipo: Estados Unidos, Ohio, *Michaux s.n.* (holotipo P, microficha MEXU! No. M6/16).
- Potamogeton liebmannii* Buchenau ex Mag. in Buchenau, *Abh. Naturwiss. Vereine Bremen* 3: 349 (1872). *Heteranthera liebmannii* (Buchenau ex Mag.) Shinnars, *Field & Lab.* 23: 21 (1955). Tipo: México, Veracruz, Pital, April und Mai 1841, *Liebmann s.n.* (lectotipo, aquí designado (ejemplar marcado con el número 2073b, L93/82 No. 2) C!¹; isolectotipos *Liebmann s.n.* (2073, L93/82 No. 6) C!; *Liebmann s.n.* (2073a, L93/82 No. 5) C!; *Liebmann s.n.* (L93/82 No. 4) C!; Huitamalco [Hueytamalco], Mecapulco, Mai 1841 *Liebmann s.n.* (L93/82 No. 3) C!).
- Zosterella longituba* Alexander, *N. Amer. Fl.* 19(1): 52 (1937). Tipo: Estados Unidos, Texas, collected at Rio Hondo, *Chandler 7060* (holotipo NY, microficha MEXU! No. 142-26; isotipos GH!; US, microficha MEXU! No. 125-10).

Plantas enraizadas, generalmente perennes; tallos sumergidos, ramificados. Hojas sésiles, casi siempre sumergidas, alternas; estípula membranosa, larga, persistente, con el ápice redeondeado o agudo; láminas 5-13 x 0.2-0.5(-0.8) cm. Inflorescencia uniflora, sésil; entrenudo entre las espatas nulo; lámina de la espata inferior 5-6 x 0.2-0.4 cm; espata superior 3-5.5 cm, cerrada a todo lo largo, ápice mucronulado. Flores actinomorfas, perianto amarillo, glabro, tubo floral 6-15 cm; lóbulos 0.8-1.3 cm, arreglados

¹ En el caso de *Potamogeton liebmannii*, en el herbario de Copenhagen, Dinamarca en donde está depositado el primer juego de Liebmann, se encuentran 5 ejemplares: cuatro de ellos corresponden a la colecta realizada en Pital y uno de Hueytamalco. El ejemplar aquí escogido como lectotipo fue visto y anotado por Buchenau el 10/7/1870 y parte del material está fértil, con lo que podemos confirmar la identidad de dicho ejemplar.

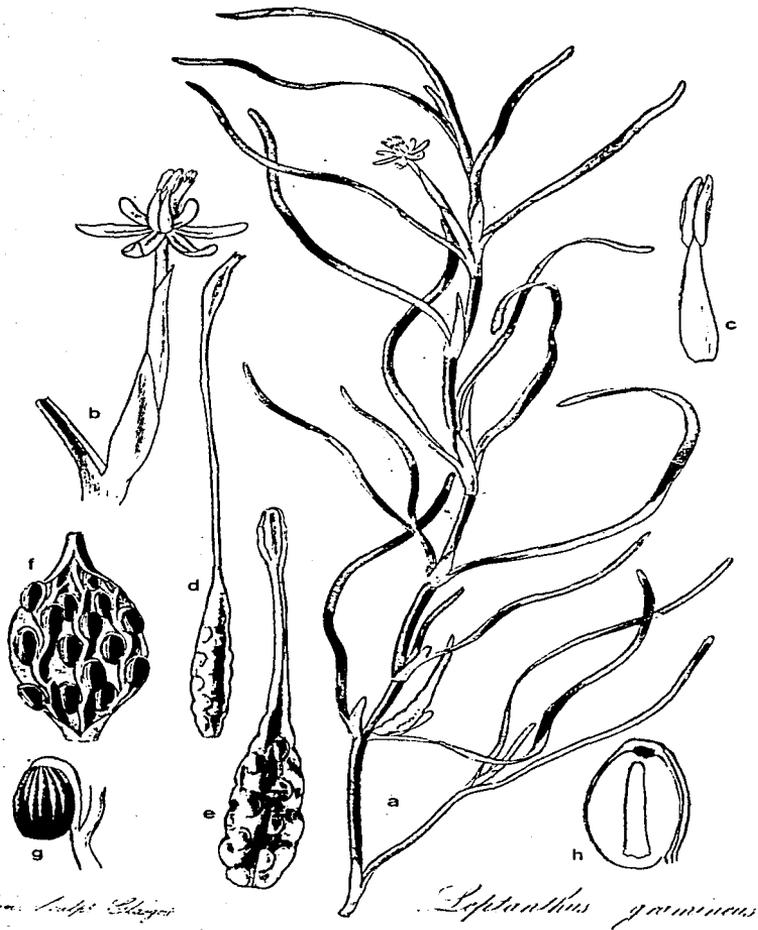


Figura 33. *Heteranthera dubia* (Jacq.) MacMill., a) parte superior de la planta, b) flor con su espata, c) estambre, d) pistilo, e) cápsula cubierta con la corola, f) cápsula abierta para mostrar la inserción de las semillas, g) semilla, h) semilla cortada longitudinalmente. Dibujo tomado de Exotic Flora Vol. II, tab. 94 (1824).

3 + 3. Filamentos 4-6 mm, amarillos, glabros, anteras 4-5 mm, amarillas; pistilo 6-15 cm, estilo amarillo, glabro; estigma trilobado, de color negro. Cápsulas 1-1.2 cm, madurando debajo del agua; semillas ca. 1 mm, con 14-16 costillas. Números cromosómicos $2n=28, 30$.

Habita en ríos, charcas temporales, lagunas y potreros inundados. Altitud 0-2000 m. Nombres vulgares: arama de agua (Tab.); cintilla (Ver.); pasilla (Ver.); zargazo (Tab.). Se distribuye desde el este de Estados Unidos hasta Guatemala y las Antillas. En México se distribuye en los estados de Campeche, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz. Figuras 33 y 35.

Ejemplares examinados:

CAMPECHE: Vapor, Palizada In lake. **Matuda, E. 03872** 25-28 jul., 1939. (**GH, MEXU, MICH**); CHIHUAHUA: Camargo In water. **Knobloch, I. 01023** 20 jul., 1954. (**MICH**); Concho river at Rosatilla. **LeSueur, H. 00564** 8 Aug., 1936 (**GH**); Río Conchos, Cd. Camargo 400 ft. **White, S. 02242** 2-5 aug., 1939. (**GH, MEXU, MICH**); Camargo Growing in shallow water. **White, S. 02287** 7 aug., 1939 **MICH**); DURANGO: Mpio: Nombre de Dios 23 miles SO of Durango. (Ca. 2 miles NO of Nombre de Dios). Slow pool in rocky stream. **Dressler, R. 01131** 23 Jun., 1950. (**GH**); HIDALGO: Barranca de venados, riveras del río. **González, L. s/n** 8 ago., 1964. (**ENCB, MEXU, MICH**); Río que pasa cerca de la carretera, a 29 km al noroeste de Tamazunchale. 300 m. Creciendo entre las piedras del lecho del río, agua con movimiento y muy limpia. **Novelo, A. 01209 con Philbrick, T. & Crow, G.** 13 Dic., 1993. (**MEXU**); Barranca de venados, arroyo de poca corriente. **Ramírez, D. s/n** sep., 1951. (**MEXU**); Barranca de Metztlán. Puente de Venados. 1400 m. Rivera del río. **Rzedowski, J. 19516** 4 abr., 1965. (**ENCB, MEXU**); Mpio: Jacala Hilo Juanico, between Jacala and Pacula floating or on mud. Muddy shore of pond. **Moore Jr., H. 02758** 29 Apr., 1947. (**GH**); Mpio: Metztlán. Canal de riego dentro del gran valle donde se loca liza el lago Metztlán a aprox. 15 km al SE de Molango **Lot, A. 01196 con Novelo, A.** 21 Sep., 1982 (**MEXU**); JALISCO: Cerca de Guadálajara. En agua. **Pringle, C. 05967** 15 oct., 1895. (**MEXU**); NAYARIT: Mpio: San Pedro Lagunillas. Borde noroeste de San Pedro Lagunillas, a aproximadamente 60 km al sureste de la Ciudad de Tepic. 900-1000 m. Creciendo en el borde a 1 m de profundidad. **Novelo, A. 00892** 26 oct., 1989. (**MEXU**); OAXACA: San Gerónimo. 200

ft. Nelson, E. 02756 1-5 jul., 1895 (**GH, US**); Mpio: San Pedro Huilotepec. Río que atraviesa la carretera a 6 km al E de Salina Cruz a las afueras del poblado San Pedro Huilotepec. 5 m. Creciendo dentro del río y en suelo húmedo, sumergida. **Novelo, A. 01115 con Wiersema, J.** 11 nov. 1992. (**MEXU**); Mpio: Santiago Laollaga. Río los Perros, km 6 después de Santiago Laollaga, rumbo a Guevea de Humboldt. 100 m. **Hernández, S. 00239 con Espejo, A.** 31 Mar., 1987. (**UAMIZ**); Mpio: Santo Domingo. Dren al borde de la brecha, 4 km de la carretera Tehuantepec-Juchitán. Aproximadamente 25 km al noreste de Tehuantepec. 150 m. Creciendo en un dren en donde el agua se movía con algo de corriente. **Novelo, A. 01276 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch.** 17 Oct., 1994. (**MEXU**); SAN LUIS POTOSÍ: s/l. **Delgadillo, C. 00281** 4 dic., 1978. (**MEXU**); Mpio: Sta. María del Río. Ojo Caliente. 1750 m. Sumergida en un arroyo. **Rzedowski, J. 03830** 27 Aug., 1954. (**ENCB, IEB**); Mpio: Tamasopo. Río Tamasopo en el Trampolín, Tamasopo al poniente de Cd. Valles. 400 m. A 1.70 m de profundidad. **Lot, A. 02446** 6 ago., 1977. (**ENCB, MEXU**); TABASCO: Entrada a la laguna La Tinaja; W-SW del poblado Jalapita. Enraizada en el fondo. **Páramo, S. 00009 con Lechuga, F.** 29 Feb., 1980. (**UAMIZ**); Zona E de la laguna Santa Anita. Sin corriente, en el agua. **Páramo, S. 00013** 19 jun., 1980. (**MEXU**); Mpio: Centro. Laguna de la Arena, a 12 km de "El Espino" y a 35 km de Villahermosa. **Lot, A. 02574** 27 nov., 1977. (**MEXU**); Mpio: Centla. Jalapita. Sumergida a 20 cm de profundidad. **González, R. 00611** 25 Jul., 1984. (**ENCB**); Mpio: Centla. Laguna de Santa Anita, en la ranchería de Allende. Semisumergida, dispersa dentro de la laguna. **Magaña, M. 02180** con colaboradores 18 Oct., 1989. (**ENCB**); Mpio: Centla. Laguna el Horizonte, km 30 de la carretera Villahermosa-Frontera, en la laguna. **Magaña, M. 02238 con Guadarrama, E.** 13 Feb., 1990. (**IEB**); Mpio: Centla. Laguna del Viento Chilapa. 0 m. Laguna derivada de meandro abandonado. **Orozco-Segovia, A. 00002 con González, F.** 26 ago., 1976. (**XAL**); Mpio: Centro. Río González cerca de El Espino. 0 m. Meandro abandonado. **Orozco-Segovia, A. 00029 con González, F.** 30 ago., 1976. (**MEXU, MO, XAL**); Mpio: Frontera. Cerca del poblado El Espino a orillas del río González, en manchones abundantes. **Magaña, M. 00006 con Orozco-Segovia, A.** 2 Ago., 1977. (**ENCB**); Mpio: Frontera Laguna cerca de Jalapita sobre el río González. Disperso por varias partes de la laguna. **Magaña, M. 00507 con Zamudio, S. y Ramos, G.** 10 nov., 1981. (**CHAPA, CSAT, ENCB, IBUG, MEXU(2), MO, UAMIZ**); Mpio: Frontera. Cerca

del poblado El Espino, a orillas del río González. **Orozco-Segovia, A. 00006 con Magaña, M.** 2 ago., 1977. (CSAT, MEXU(2)); Mpio: Paraíso. Km 2.4 hacia Aquiles Serdán de la carretera Nicolás Bravo-Mecoacán. En manchas cerca de la orilla del río Gozález. **Cowan, C. 03204** 9 sep., 1980. (CHAPA, CSAT, ENCB, MEXU); Mpio: Paraíso. En la Laguna de Aquiles Serdán sobresaliendo sobre el agua. **Magaña, M. 01586 con Mendoza, A.** 30 Jul., 1986. (ENCB, UAMIZ); TAMAULIPAS: Laguna de Chairel, cerca de Tampico. 10 m. Orillas de laguna de agua dulce. **García, D. 00009** 30 oct., 1967. (ENCB, MICH); Laguna de Chairel, cerca de la Isla de Pitaya, Tampico. 12 m. Planta arraigada al fondo, en agua dulce en descomposición. **García, D. s/n** 19 May., 1966. (ENCB); 35 km al SE de Santa Teresa, rancho El Mezquite. **González, F. 00106** mar., 1963. (ENCB, MEXU); Río Corona, en la carretera Victoria-Monterrey. 400 m. En un recodo del río. **Martínez, M. 00778** 20 Ago., 1985. (ENCB); In Lago Santa Engracia. **Meyer, F. 02844 con Rogers, J.** 28 jul., 1948. (BR, G, GH, MEXU (Foto ex G), MO); Río Sabinas at La Unión, 3 miles W of Encino (K 621). Mud bottom, backwater, shaded, water approx. 1' deep. **Darnell, R. 00004P** 15 apr., 1951. (WIS); Río Sabinas, cerca de Ciudad Victoria. Creciendo sobre suelo rocoso, en las partes profundas del río. **Novelo, A. 00793 con Martínez, M.** 23 Aug., 1986. (IEB); Río que cruza la carretera a 33 km al norte de Aldama rumbo a Soto la Marina. 50 m. Creciendo en el borde del río, hasta 1 m de profundidad. **Novelo, A. 01085 con Calzada, I.** 11 sep. 1992. (MEXU); Vicinity of Tampico. 15 m. **Palmer, E. 00313** 27-30 apr., 1910. (BM, G, GH, MEXU(Foto ex G y Foto ex K), MO); Vicinity of Tampico S/C S/N 27- 30 Apr., 1910 (GH); Laguna del Chairel cerca de Tampico. 5 m. Tular en medio de la laguna, agua aparentemente dulce. **Rzedowski, J. 24578** 14 sep., 1967, (ARIZ, CHAPA, ENCB); Matamoros. Low wet valley. S/C, S/N, 6 Jun., 1947. (GH); Mpio: Aldama. Km 69 carretera Aldama-Soto la Marina, en Nuevo Progreso, en el Puente. 200 m. Sumergida. **Martínez, M. 00910** 14 Nov., 1985. (IEB); Mpio: Altamira. Laguna de Champayan, al NW de la Cd. de Tampico. 20 m. Creciendo en las partes profundas de la laguna, enraizada a 1.5 m. **Novelo, A. 00818 con Martínez M.** 24 ago., 1986. (MEXU); Mpio: Guemez. Río Corona, a la altura del km 25 carr. Victoria-Monterrey. 300 m. Enraizada en el agua, flor emergente. **Martínez, M. 01370** 15 Oct., 1986. (IEB, UAMIZ); Mpio: Hidalgo. Hacienda Santa Engracia. 600 ft. Muddy ditch. **Chase, V. 07596** 25 jul., 1939. (MICH); Mpio: Jiménez. Presa Vicente Guerrero, entrando por la desviación de Chapote. 200 m. **Martínez, M.**

00688 27 Jun., 1985. (ENCB); Mpio: Mante. Río en el poblado el Limón. 0 m. Acuática. **Hernández, L. 01727** 26 Mar., 1986. (ENCB); Mpio: Matamoros 3 km al sur de Matamoros rumbo a Ciudad Victoria. 50 m. Crece en una charca al borde de la carretera en suelo casi seco. **Novelo, A. 01012** 10 ago., 1991. (MEXU); Mpio: Padilla. Río Purificación a la altura de la carretera Victoria - Monterrey. 150 m. Creciendo en los bordes del río. **Novelo, A. 00799** 23 Ago., 1986 (MEXU); VERACRUZ: Río Nautla cerca de Pital. **Liebmann 01622** 1841-1843. (C(5)); La Tunilla a 13 km de Tlacotalpan, borde del manglar. **Lot, A. 01423** 7 ago., 1971. (ENCB, IBUG, MEXU); Laguna Tortugas formando a veces manchones. **Lot, A. 02262** 18 May., 1976. (ENCB); Recato del río Papaloapan "La Lagunilla", cerca del puente a Tlacotalpan. **Lot, A. 02632** 26 abr., 1979. (ENCB, IBUG, UAMIZ); Pozo de arena a 16 km de Ignacio de la Llave, laguna de San Marcos y potreros adyacentes. 110 m. Potrero inundado. **Novelo, A. 00238** 28 Jul., 1976. (ENCB); Mpio: Cotaxtla. Río Cotaxtla, a la altura del poblado del mismo nombre. Aproximadamente 88 km al noreste de Córdoba. **Novelo, A. 01422 con Calzada, I. 6** May., 1995 (MEXU).

2. *H. limosa* (Sw.) Willd., *Ges. Naturf. Freunde Berlin Neue Schriften* 3: 439 (1801). *Pontederia limosa* Sw. *Prodr.* 57 (1788). Tipo: Jamaica, *Swartz s.n.* (holotipo S; isotipos B-W, microficha MEXU! No. 1037, BM!).
Leptanthus ovalis Michx. *Fl. Bor. Amer.* 1: 25. 1803. Tipo: Estados Unidos, Illinois, *Michaux 7* (holotipo P, microficha MEXU! No. M6/14).
Heteranthera alismoides Humb. ex Link, *Jahrb. Gewachsk.* 1: 73 (1820). Tipo: Venezuela, Caracas, *Humboldt 584* (holotipo B-W, microficha MEXU! No. 1036).

Plantas enraizadas, anuales; tallos delicados, simpodiales, erectos, sin ramificaciones. Hojas basales; estípulas 3-6.5 cm, ápice redondeado o emarginado, pecíolos 2-15 cm, no inflados; lámina emergiendo del agua (1.8-)2-4(-5) x 0.8-3.5 cm, lanceolada, obovada a orbicular; base truncada; ápice obtuso a ligeramente agudo. Inflorescencia uniflora, sésil; entrenudo entre las espatas (0.5)2-5(6) cm; lámina de la espata inferior (1.8-)2-5 x 0.8-3.2 cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las



Figura 34. *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd., a) hábito de la planta con algunas flores, b) tubo del perianto y estambres, c) parte superior del perianto abierta con estambres y estigma, d) ovario, e) corte transversal del ovario. Dibujo tomado de Botanical Magazine, tab. 6192 (1875).

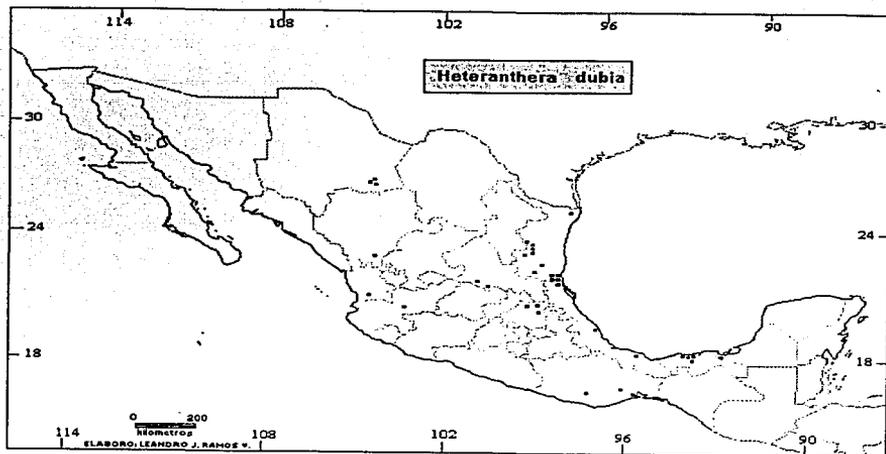


Figura 35. Mapa de distribución de *Heteranthera dubia* en la República Mexicana.

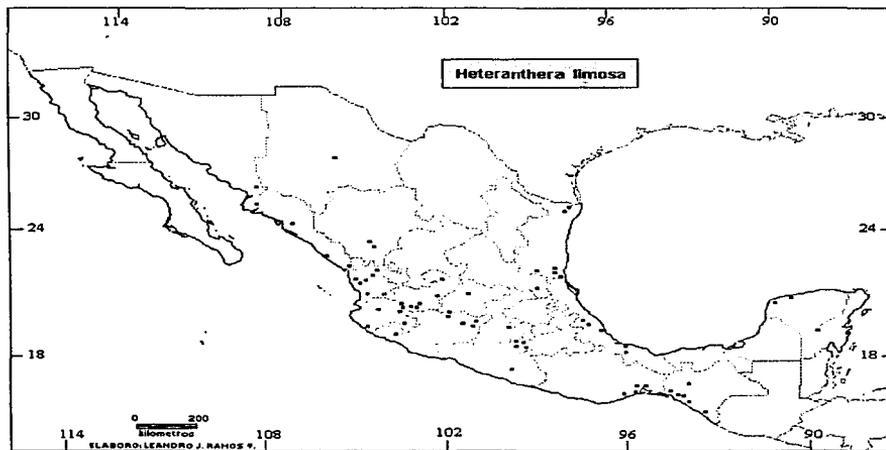


Figura 36. Mapa de distribución de *Heteranthera limosa* en la República Mexicana.

hojas no floríferas; espata superior 1.3-3(4) cm, abierta en el tercio superior, ápice mucronulado. Flores actinomorfas, externamente glandular-pubescentes hacia la base, ca. de 3 cm; perianto lila o a veces blanco; lóbulos externos ca. de 1.2 cm, lóbulos internos ca. de 1.3 cm, arreglados 3 + 3. Filamento de la antera grande ca. de 3 mm, de las anteras chicas ca. de 3.5 mm, con algunos pelos glandulares en la parte dorsal, blanco azulados; antera grande 3-3.5 mm, de color violáceo, anteras chicas (1)2.5(-2.8) mm, de color amarillo; pistilo hasta de 4 cm; estilo glandular-pubescente, de color morado claro; estigma ligeramente desplazado hacia un lado, 6-lobulado. Cápsulas (0.7)1.2-1.8(2.3) cm; semillas 0.5-0.65 x 0.3-0.42 mm, con (9-)10-12(13) costillas. Números cromosómicos $2n=14$ y 16.

Habita bordes de lagunas, charcas, ríos, zanjas, canales y potreros inundados. Altitud 0-2500 m. Nombres vulgares: cucharilla (Mor.). Ampliamente distribuida en América continental y las Antillas. En México se distribuye en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Figura 34 y 36.

Ejemplares examinados:

AGUASCALIENTES: Mpio: Aguascalientes. 1870 m. **Hartweg, M. 00227**, Apr., 1839. (**BM, G, MEXU(Foto ex G y ex K (2))**); CHIAPAS: Slopes on the bank of the Río Lajas four miles SW of Soyala along the road to the Pan American Highway. 3400 m. Slopes. **Breedlove, D. 06564**, 26 Jul., 1964. (**ENCB**); Paderón, Tonalá. **Matuda, E. 16942**, 17 Sep., 1947. (**GH, MEXU**); Mpio: Angel Albino Corzo. Evergreen forest near Finca Merida along road from Vicente Guerrero to Finca Cuxtepec. 650 m. Broad valley with Savanna and Seasonal. **Breedlove, D. con Sthroter, J. 46645**, 21 oct., 1980. (**MEXU**); Mpio: Arriaga. Small forested stream and adjacent savanna 2 km SE of Arriaga. 100 m. **Breedlove, D. 36850**, 27 Aug., 1974. (**MO**); Mpio: Mazatán. Chamiapa, orilla del camino, terreno plano. 0 m, en charcas de agua sucia. **Ventura, E. con López, E. 00147**, 10 Ago., 1984. (**ENCB**); Mpio: Mazatán. Cuatro caminos. 0 m. terreno plano, orilla del camino. **Ventura, E. con López, E. 02207**, 8 Ago., 1985. (**ENCB**); Mpio: Villa Corzo. Pequeña laguneta a 6 km al oeste del poblado Revolución Mexicana al sur de Tuxtla Gutiérrez. 500 m, creciendo en las partes más profundas de la laguneta. **Novelo, A. con**

Calzada, I. 01069, 15 ago. 1992. (MEXU); Mpio: Villa Corzo. Planos inundados cercanos a la población de Jericó, aprox. 56 km al S de Tuxtla Gutiérrez. 650 m, creciendo en aguas poco profundas. **Novelo, A. con Calzada, I. 01075**, 15 ago. 1992. (MEXU); CHIHUAHUA; En agua. **Pringle, C. s/n**, 4 oct., 1886. (MEXU); COLIMA: Mpio: Tecomán. Cerro de Ortega, cruceo 24 km al SE de Tecomán. 10 m. Acuático. **Santana, J. con Cervantes, N. 00520**, 21 Aug., 1984. (IBUG); DURANGO: s/l. s/c **00924** oct., 1916 (MEXU); Coyotes Hacienda, sixty-three road miles W-SW of C. Durango. 2400-2500 m. **Maysilles, J. 07650b**, 1 sep., 1951. (MICH); 2 miles SW of Durango. 8000 ft. Large spreading clumps at edge of lowland swamp. **Soderstrom, T. 00766** 28 Sep., 1959 (MICH); Along hwy 45 N of Durango, 5.6 rd. mi. N of the jct. of hwy 45 and 39. 6000 ft. Basin flatlands and low area of permanent water accumulation at roadside. **Worthington, R. 08955** 21 Aug., 1982 (MO); GUANAJUATO: On Dolores Hidalgo Road. Pond. **Kenoyer, L. 01927**, 10 Aug., 1947. (GH); GUERRERO: Acahuizotla (entre Chilpancingo y Tierra Colorada). 1100 m. Habita la orilla de un charco que se forma en la época de lluvias en una excavación que quedó al construirse la carretera: No se conoce otro habitat en muchos kilómetros a la redonda. Crece a pleno sol con la raíz en el agua a no más de 3-4 cm de hondo sobre el fondo. **Kruse, H. 00665**, 6 Ago., 1961. (ENCB); JALISCO: Afueras del poblado José María Morelos, en una charca al borde de la carretera. Aprox. 20 km al NW de Chamela. **Novelo, A. 00909** 28 Oct., 1989. (MEXU); Along the Ojuelos- Aguascalientes, highway between Paso de la troje and the Aguascalientes State line. Near km 48. 5-6 mil es east of the line state **McVaugh, R. 17069** 17 Aug., 1958. (MICH); Alrededores de Tototlán. 1600 m. **Lot, A. con Novelo, A. 00983**, 18 sep., 1979. (MEXU(2)); Laguna y cerro cercano al pueblo de Cajititlán. **Vázquez, A. 00300**, 2 ago., 1981. (IBUG); Mpio: Cocula. La Saucedá, Presa "San José", 2 km al S. 1400 m. Vegetación semiacuática (área pantanosa). **Ramírez, C. 00104**, 18 Sep., 1988. (IBUG); Mpio: La Huerta. Plano inundado a 1.5 km al norte del río San Nicolás. 15 m. Creciendo en las partes profundas de la zona inundada. **Novelo, A. 01336 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 26** Oct., 1994. (MEXU); Mpio: Poncitlán. "El Vado", en Atotonilquillo, desviación a laboratorios Ciba-Geige, carretera a la Barca. 1520 m, en ladera. **Villarreal de P., L.M. 08892**, 29 ago., 1976. (IBUG); Mpio: Teuchitlán. Noreste de la Estanzuela, en el potrero del Jaguey. 1219 m, zona subtropical. **Caro, L. s/n**, 20 Jul., 1985. (IBUG); Mpio: Tototlán. Brecha Tototlán-Pretil del Arenal.

1540 m. **Cuevas, R. 00351**, 17 Aug., 1984. (**IBUG**); Mpio: Zapopán. Arroyo las Desgastadoras, base E del Cerro El Mamey, al W de Nextipac. 1550 m. Suelo pedregoso con vegetación de encinar y pinar perturbados, a lo largo de un arroyo. **Villarreal de P., L.M. con Hidalgo, C. 01471**, 9 oct., 1979. (**IBUG**); Cerro del Tepopote, 30 km al W de Guadalajara. 1400 m. Acuática. **Villarreal de P., L.M. 01608** 4 Ago., 1968 (**IBUG**); **MÉXICO**: Mpio: Cuautitlán. Cercanía de Cuautitlán. 2200 m. En orilla de canal. **Matuda, E. 29151**, 6 sep. 1953. (**CBE**); **MICHOACÁN**: Presa el Bosque, cerca de Zitácuaro. 1700 m. Orilla de la presa. **Rzedowski, J. 34400**, 15 Ago., 1976. (**ENCB**); Mpio: Huaniqueo. 0.5 km desviación a Tendeparacua. 2000 m. Charcos temporales. **Díaz-Barriga, H. 06393**, 10 Sep., 1990. (**IEB**); Mpio: Maravatio de Ocampo. Aproximadamente a 1 km al W de Maravatio. 2000 m. Vegetación acuática. **García, I. 03570**, 21 Nov 1992. (**IEB**); Mpio: Morelia, route de México. **Arsène, Bro. G. 08342** 19 Sep., 1912. (**B**); Mpio: Sixto Verduzco. Pastor Ortiz. 1700 m. Dentro del agua, pantano. **Pérez, E. con García, E. 01646**, 23 Jul., 1990. (**IEB, UAMIZ**); **MORELOS**: Eastern edge of Jojutla. 950 m. Wet, black soil of irrigation ditch. **Barkley con Rowell y Webster 02293**, 13 Jul., 1947. (**ENCB, MICH, WIS**); 10 miles south of Cuernavaca. **Hitchcock, C. con Stanford, L. 07083**, 11 Jul., 1940. (**GH, MO**); By a road 1/2 mile NW Axochiapan. 3500 ft. Black shusy soil in a damage ditch. **Lyons, C. Jr. 00067**, 11 ago., 1950. (**MEXU, MICH**); Canales al borde de la carretera a 4 km al S de Acatlipa y 18 km al S de Cuernavaca. Creciendo en el borde de los canales de riego de un arrozal. **Novelo, A. 01062**, 26 jul. 1992. (**MEXU**); Mpio: Axochiapan. 2 km NW of Axochiapan. Black loam soil by roadside (semixerix area). **Jackson, A. 00024**, 11 ago., 1950. (**MEXU**); Mpio: Cuernavaca. Charca temporal cerca de la bomba de agua, en los campos de futbol en Flores Magón. 1500 m. Creciendo en suelo arcilloso a 15 cm de profundidad. **Bonilla, J. 00514**, 10 sep., 1988. (**HUMO**); Mpio: Miacatlán. Miacatlán. **Miranda, F. 01265**, 12 abr., 1941. (**MEXU**); Mpio: Puente de Ixtla. Charca temporal de Apancingo, carretera Michapa-Punte de Ixtla, a 2 km del crucero. 1120 m. Creciendo en suelo húmedo hasta 10 cm de profundidad. **Bonilla, J. 00218**, 9 ago., 1986. (**HUMO**); Mpio: Puente de Ixtla. Tercera charca temporal de Apancingo, carretera Michapa-Punte de Ixtla. 1120 m. Creciendo en suelo húmedo hasta 20 cm de profundidad. **Bonilla, J. 00230**, 9 ago., 1986. (**HUMO, UAMIZ**); Mpio: Temixco. Charco temporalmente inundado a un costado de la carretera federal Temixco-Acatlipa, 700 m después de Temixco. 1210 m. Creciendo a 15 cm de

profundidad en suelos muy húmedos. **Bonilla, J. 00154**, 9 may., 1986. **(HUMO, UAMIZ)**; Mpio: Tlaltizapan. Corral Grande 3 km al N de San Miguel Treinta. 1010 m. Creciendo en un arrozal a 20 cm de profundidad. **Bonilla, J. 00265**, 27 sep., 1986. **(HUMO)**; Mpio: Xochitepec. Alpuyecá. 3500 ft. Wet soil of irrigated rice field. **Atmar, G.L. 00087**, 18 ago., 1949. **(MEXU)**; Mpio: Xochitepec. 1 km al N de la carretera Alpuyecá-Grutas. Creciendo al borde de la carretera. **Bonilla, J. 00261**, 20 sep., 1986. **(HUMO)**; Mpio: Yautepec. Laguna de Colapan, a 1 km al NW de La Joya. 1410 m. Creciendo a 10 cm de profundidad. **Bonilla, J. con Flores, G. 00336**, 25 oct., 1987. **(HUMO)**; **NAYARIT**: Charca al borde de la carretera, casi a punto de secarse, desviación a playa los Corchos, a aprox. 40 km al Oeste de Santiago. **Novelo, A. 00869**. 24 Oct., 1989. **(MEXU)**; San Cayetano. 900 m. Terrenos pantanosos. **Palacios, R. s/n**, 17 Ene., 1968. **(ENCB, WIS)**; Mpio: Ahuacatlán. 4 km al S de Ahuacatlán, camino a Amatlán de Cañas. **Téllez, O. 09967**, 19 Oct., 1986. **(ENCB)**; Mpio: Compostela. Wooded pastured slopes and small barrancas, ca. 1.5 miles west of Mazatlán on road to Las Varas; elevation. 600 m. Common in clay pool; growing in water 5 cm. deep, at edge of pool. Open sun. **Feddema, Ch. con King, R. 01104**, 27, 29 Aug., 1989. **(IEB)**; Mpio: Santiago Ixcuintla. Planos inundados a 15.5 km al oeste de la carretera principal rumbo a Mexcaltitlán. Aprox. 80 m. Creciendo sobre suelo húmedo. **Novelo, A. 01320 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 25 Oct.**, 1994 **(MEXU)**; Mpio: Tepic. Km 3-5 camino a La Escondida (antiguo Ingenio), aprox. 10 km al N de Tepic, camino a Mazatlán. **Téllez, O. 10981**, 6 oct., 1987. **(IEB, IBUG)**; Mpio: Tuxpan. Tuxpan. Palapar redondo. 20 m. Grows in swamps and pools of forest. **Mejía, Y. 01066**, 6 Nov., 1926. **(BM, G, GH, MEXU(Foto exG), MICH, MO)**; **OAXACA**: Open grazed areas 10-12 km east of the Village of Niltepec along the Panamerican highway (route 190). 50 m or less. In shallow pools, open sun. **King, R. 01864** 18 Jul., 1959 **(MICH)**; Planos inundados a 9 km al noreste de Juchitán, en el Istmo de Tehuantepec. 0 m. Creciendo en las charcas al borde de la carretera, entre claros de la selva. **Novelo, A. con Calzada, I. 01067**, 14 ago. 1992. **(MEXU)**; Mpio: San Mateo del Mar. 2 km al norte de la Colonia Cuauhtemoc, rumbo a Salina Cruz. Aproximadamente 17 km al este de Salina Cruz. 85 m. Creciendo en una pequeña charca temporal al borde de la carretera. **Novelo, A. 01273 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 17 Oct.**, 1994. **(MEXU)**; Mpio: San Pedro Huilotepec. Pantano cercano a la Refinería de PEMEX, a las afueras de Salina Cruz

rumbo a San Pedro Huilotepec. 5 m. Creciendo en las partes más someras del pantano a 10 cm de profundidad. **Novelo, A. con Wiersema, J. 01118**, 11 nov. 1992. (MEXU); PUEBLA: Lauú [Bálcazar?]. **Arsène s/n**, 14 Sep., 1910. (G); **Ramírez, D. 00620**, may., 1952. (MEXU); QUINTANA ROO: Chichankanab. **Gaumer, G. 01992**, s/f. (GH, MO); SAN LUIS POTOSI: W de Tampico, along hwy. 70, about 38 - 40 miles E of Ciudad Valles, about 18 - 20 miles E of the square in Tamuin. 30 m. Roadside with poola of water. **Taylor, C. 01979**, 10 Jul., 1983. (ENCB); SINALOA: Vicinity of Labradas. Small open marsh in forest. **Ferris, R. con Mejía, Y. 05137**, 19 Sep., 1925. (GH); 15 mi. S of Escuinapa (rt. 15). In 2 inches of water. **Folkerts, G. 00170**, 9 Sep., 1962. (WIS); Mpio: Elota. El Norote, La Cruz, Mazatlán. 10 m. En terreno muy húmedo. **González, J. 05930**, Nov., 1925. (GH); Mpio: Guasave. Ejido Herculano de la Rocha. Orilla de terrenos cultivables, frecuente en charcas. **Vega, R. con Vega, F. 03376**, 16 sep., 1989. (IBUG); SONORA: Las Calabazas. 5800 ft. **Hartman, V. 00105**, 9 Oct., 1890. (GH); TAMAULIPAS: 15 km al W de Tampico, sobre la carretera a Ciudad Valles. 12 m. Laguna seca, fondo fangoso, agua dulce en ciertas partes. **García, D. s/n**, 4 Feb., 1968. (MICH, WIS); 10 km al este de Cd. Mante sobre la carretera hacia González. 30 m. Creciendo en el borde de una charca casi seca en suelo muy húmedo. **Novelo, A. con Calzada, I. 01082**, 11 sep. 1992. (MEXU); 10 km al este de Cd. Mante sobre la carretera hacia González. 30 m. Creciendo en el borde de una charca casi seca en suelo muy húmedo. **Novelo, A. con Calzada, I. 01083**, 11 sep. 1992. (MEXU); Hwy. 101 south from Matamoros to San Fernando; water holes on both sides of Hwy. 101, at km 256 dominated by water lilies and grasses. On mud. **Tucker, G. 01925**, 5 Jul., 1983. (ENCB, IEB); Mpio: Aldama. 2 km antes del ejido El Nacimiento. 200 m. Charco lodoso con Ciperaceas. **Martínez, M. 00821**, 25 ago., 1985. (MEXU); Mpio: Aldama. Afueras del poblado Nuevo Progreso (La Gaviota) a aproximadamente 108 km al S de Soto la Marina rumbo a Aldama. **Novelo, A. 00853**. 14 Sep., 1988. (MEXU); Mpio: Cd. Mante. 3 km al este de Ciudad Mante rumbo a González. 600 m. Creciendo en una charca al borde de la carretera a 5 cm de profundidad. **Novelo, A. 01018**, 11 ago., 1991. (MEXU); Mpio: Cd. Mante. 3 km al este de Ciudad Mante rumbo a González. 600 m. Creciendo en una charca al borde de la carretera a 5 cm de profundidad. **Novelo, A. 01020**, 11 ago., 1991. (MEXU); Mpio: González. Bordes de la carretera que temporalmente se inundan, cerca

del poblado de González al NE de Cd. Mante. 400 m. Creciendo sobre el suelo anegado con pocos cm de agua. **Novelo, A. con Martínez, M. 00823**, 25 ago., 1986. (MEXU); Mpio: Matamoros. 3 km al sur de Matamoros rumbo a Ciudad Victoria. 50 m. Creciendo en una charca al borde de la carretera en suelo casi seco. **Novelo, A. 01013**, 10 ago., 1991. (MEXU); Mpio: Tampico. Laguna de Tancol, Tampico. 10 m. **Mora, A. 00343**, 21 feb., 1986. (MEXU); VERACRUZ: Mpio: Alvarado. Planos inundados a 40 km al este de Paso del Toro y 42 km al sureste del Puerto de Veracruz. 10 m. Creciendo en las partes más profundas de los planos inundados. **Novelo, A. 01308 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 21 Oct.**, 1994 (MEXU); En Marécuy. **Galeotti, H. 05365**, A Jun-Oct. 1840. (BR); Sin localidad. **Hinton, G. s/n/, s/f. (BM)**; Playa de Vaca, carretera Cosamaloapan. 15 m. **Martínez, G. 01045**, 30 ago., 1966. (MEXU, MICH); Laguneta a la orilla de la carretera entre Puente Julia y Paso de San Juan, a 17 km de Paso de Ovejas. ca. 5 m. Creciendo en una parte somera. **Olvera, M. con Ramírez, P. 00054**, 19 jul., 1990. (IEB, MEXU); Barranca de San Antonio, cerca de Rinconada, a 2 km al E de Corral Falso. En una corriente de agua. **Ramos, C. con Dorantes, J. 00099**, 4 ago., 1970. (ENCB, MEXU); [In petens but pr. Maranthira reg. calis]. **Schiede con Deppe s/n, s/f. (BM)**; [in Aquis ceate flueintibus regionis temperatais]. 3000 m. **Schiede con Deppe s/n, s/f. (BM)**; Zacuapan. **Linden, J. 00055** 1839. (G(2), MEXU(Foto ex G(2))); Mpio: Alto Lucero. Topilitos el Pedregal. **Chazáro, M. s/n**, 21 Oct., 1980. (IEB); Mpio: Coatepec. Ejido de Vaquería. 900 m. **Castillo, G. con Tapia, L. 00925**, 27 sep., 1979. (MEXU, XAL); Mpio: Jalapa. Rancho la Palma, congregación del Castillo. 1100 m. En acahual. **Ortega, V. 00584**, 4 Oct., 1976. (XAL); Mpio: Juchique. Topilitos - El Pedregal. **Chazáro, M. s/n**, 1987. (IBUG); Mpio: Vega de la Torre. 3 km NW. of Vega de Alatorre, along hwy. Mex. 180, Roadside and pasture with shallow temporary ponds. 40 m. Submerged in shallow pond or damp mud. **Nee, M. con Lasseigne, A. y Schatz, G. 19563**, 5 Jan., 1981. (XAL); YUCATAN: **Gaumer, G. 00840**, 1895. (BM, G); Progreso, km 30, Mérida road. **Lundell, C. 08202 con Lundell, C. 30 Jul.**, 1938. (MICH); Progreso. Freshwater pool in cienega. **Steere, W. 03127** 11-15 Aug., 1932. (MICH). SIN ESTADO: Alamos. **Palmer, E. 00731**. 16-30 Sep., 1890. (GH).

3. *H. mexicana* S. Watson. *Proc. Amer. Acad. Arts* 18: 166 (1882). *Eurystemon mexicanum* (S. Watson) Alexander, *North Am. Flora* 19: 55 (1937). Tipo: México, Coahuila "Juraz [Juárez] about 100 miles N. from Monclova, *Palmer 1324* (holotipo GHI; isotipos K, fototipo MEXU! ex K; MO; NY, microfichas MEXU! No. 142-16 y 142-17; US, microfichas MEXU! No. 125-11 y 125-12).

Plantas enraizadas, anuales; tallos erectos, rizomatosos; hojas basales, sésiles, emergentes; láminas linear-lanceoladas, envainándose hacia la base, con una pequeña lígula; ápice agudo; láminas siempre emergiendo sobre el agua 4-11 x 0.3-0.4 cm. Inflorescencia espiciforme, con 10-25 flores, alternas a lo largo del pedúnculo, sésiles; pedúnculo delgado, pubescente, 5-10(-13) cm; entrenudo entre las espatas 2.5-3.5(-5.5) cm; lámina de la espata inferior igual en tamaño y forma que las hojas no floríferas, 4-11 x 0.3-0.4 cm; espata superior 1.1-2(-2.5) cm, infundibuliforme, abierta desde abajo, ápice mucronulado, mucron hasta de 1.5 cm. Flores zigomorfas, 0.8-1.6 cm; perianto morado, morado pálido o blanco, externamente pubescente, lóbulos externos ca. de 8 mm, lóbulos internos ca. de 8 mm, arreglados 5 + 1. Filamento largo ca. 4 mm, de color azulado, dilatado en la parte media, filamentos cortos ca. 1 mm, de color amarillo, inflados en su parte media; antera grande ca. de 2 mm, de color amarillo, anteras chicas ca. de 0.5 mm, de color amarillo; pistilo ca. de 1 cm; estigma capitado. Cápsulas 6-7 mm; semillas 5 mm, con 12-14 costillas. Número cromosómico desconocido.

Habita en charcas temporales. Altitud 0-1000 m. Se distribuye desde el suroeste de Estados Unidos al noreste y centro de México. En México se distribuye en los estados de Coahuila, Querétaro y Tamaulipas. Figuras 37 y 38.

Ejemplares examinados:

QUERÉTARO: Mpio: Jalpan. Sótano Pozo de la Peña, al W de San Antonio Tlancoyol. 850 m. Vegetación subacuática, terreno plano. **Carranza, E. 03466**, 5 Mar 1991. (**IEB**); **TAMAULIPAS:** 14 miles E of Cd. Mante toward González. 600 ft. **Johnston, M. 04911**, 10 dec., 1959. (**ENCB, MEXU, MICH, WIS**); Mpio: Aldama. Afueras del poblado Nuevo Progreso (La Gaviota) a aproximadamente 108 km al S de Soto la Marina rumbo a Aldama. 160 m. Creciendo en una charca temporal al borde de la carretera a aprox. 5-10 cm de profundidad. **Novelo, A. 00852**, 14 Sep., 1988. (**MEXU**); Mpio: Carbajal. 95 km

al SE de San Fernando. Mezquital. **González, F. 00755**, 23 dic., 1964. **(MEXU)**; Mpio: Cd. Mante. 3 km al este de Ciudad Mante rumbo a González. 600 m. Creciendo en una charca al borde de la carretera a 5 cm de profundidad. **Novelo, A. 01016**, 11 ago., 1991. **(MEXU)**.

4. *H. oblongifolia* C. Martius, in Roemer & Schultes, *Syst. veg.* 7: 1148 (1830). *H. limosa* (Sw.) Willd. β *oblongifolia* (C. Martius) Solms-Laub., in A. DC., *Monogr. Phan.* 4(2): 519 (1883). Tipo: Brasil, Bahía, *Martius 2366* (holotipo M!; fototipo MEXU! ex M).

Heteranthera hydrocleifolia Griseb., *Cat. Pl. Cub.* 253 (1866). Tipo: Cuba orientalis, prope Mayari, *Wright sub 3262* (sintipo GOET¹; G!(2); GH!; MO!(2); NY, microficha MEXU! No. 142-19).

Plantas enraizadas, anuales; tallos delicados, simpodiales, erectos o flotantes, ramificados. Hojas basales o alternas; estípulas hasta de 5 cm, ápice emarginado, pecíolos hasta de 15 cm, no inflados; lámina emergiendo o flotando sobre el agua, la de las hojas flotantes y emergentes 3.5-4.5 x 2-3 cm, ovadas; base cordata; ápice obtuso. Inflorescencia biflora, las flores sésiles; pedúnculo 0.7-1 cm, delgado, glabro; entrenudo entre las espatas (0.8) 1.5-2.2 cm; lámina de la espata inferior 3.5-4.5 x 2-3 cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior 1.5-2.5 cm, abierta desde la base, ápice mucronulado. Flores zigomorfas, 1.5-2 cm, perianto morado, piloso externamente; lóbulos externos ca. de 8 mm; lóbulos internos ca. de 8 mm, arreglados 5 + 1. Filamento de la antera grande ca. 3 mm, pubescente en el tercio superior, de las anteras chicas ca. 2 mm, pubescentes en el tercio superior; antera grande 1.4-1.5 mm, amarilla, anteras chicas 1.2 mm, amarillas; pistilo ca. 1.2 cm, estilo

¹ En este caso no se lectotipificó debido a que no se ha podido ver el ejemplar tipo del herbario GOET, sin embargo, se sabe que en este herbario se encuentra el primer juego de las colectas de Grisebach y sus tipos. Seguramente, en un futuro, el ejemplar de GOET se podrá escoger como lectotipo.



Figura 37. *Heteranthera mexicana* S. Watson, a) hábito de la planta, b) flor. Dibujo tomado de Aquatic Plant Book, fig. 350 (1990).

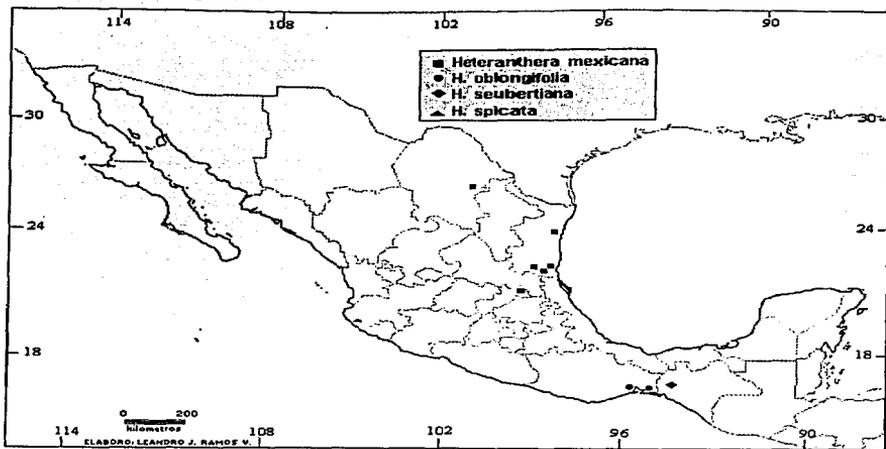


Figura 38. Mapa de distribución de *Heteranthera mexicana*, *H. oblongifolia*, *H. seubertiana* y *H. spicata* en la República Mexicana.

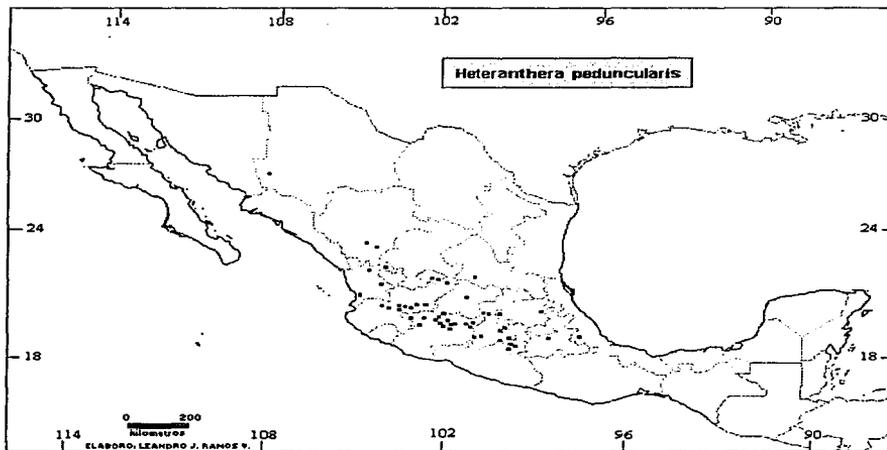


Figura 39. Mapa de distribución de *Heteranthera peduncularis* en la República Mexicana.

piloso en el tercio superior; estigma capitado-fimbriado. Cápsulas 0.75-0.8(-1) cm; semillas 0.45-0.5 x 0.35-0.4 mm, con 10-11 costillas. Número cromosómico $n=7$, $2n=14$.

Habita en charcas temporales. Altitud 0-100 m. Se distribuye en el sur de México, Sudamérica y las Antillas. En México se le conoce solamente del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca. Figura 38.

Ejemplares examinados:

OAXACA: Roadside ditches in Tapanatepec along Mexican Highway 190 at the southern end of the Isthmus of Tehuantepec. 400 ft. (aprox. 120 m). **Breedlove, D. con Raven, P. 13687**, 20 Oct., 1965. (ENCB); Planos inundados a 9 km al noreste de Juchitán, en el Istmo de Tehuantepec. 0 m. Creciendo en las charcas al borde de la carretera, entre claros de la selva. **Novelo, A. con Calzada, I. 01066**, 14 ago. 1992. (MEXU); Mpio: Juchitán. km 10 de la carretera Juchitán a la Ventosa. Acuática. **Cedillo, R. 00569**, 25 Feb., 1981. (ENCB, MEXU).

5. *H. peduncularis* Benth., *Pl. hartw.* 25 (1840). *Heteranthera reniformis* β *peduncularis* (Benth.) Solms-Laub., in A. DC., *Monogr. Phan.* 4(2): 520 (1883). Tipo: México, Aguascalientes "In marshes", *Hartweg 226* (holotipo K!, fototipo MEXU! ex K; isotipos B!; G!(2); GH!; NY, microficha MEXU! No. 142-18).

Plantas enraizadas, anuales; tallos delicados, simpodiales, erectos o flotantes, ramificados. Hojas basales o alternas; estípulas 3-6 cm, ápice emarginado, pecíolos 2-30 cm, no inflados; láminas emergiendo o flotando sobre el agua, las de las hojas flotantes hasta de 10 x 4 cm, lanceoladas, de las emergentes 2-6 x 1-5.5 cm, ampliamente ovadas a lanceoladas; base cordata; ápice agudo a obtuso. Inflorescencia espiciforme, con 6-13 flores, solitarias, alternas a lo largo del pedúnculo, sésiles; pedúnculo 4-8(-15) cm, delgado, glabro, entrenudo entre las espatas nulo; lámina de la espata inferior 2-6 x 1-5.5 cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior 1.5-6 cm, abierta desde la base o en el tercio superior, ápice mucronulado. Flores zigomorfas, 7-11 mm; perianto lila, punctado glandular; lóbulos externos ca. de 4 mm,

lóbulos internos ca. de 4 mm, arreglados 5 + 1. Filamento de la antera grande 1.5-2.2 mm, de las anteras chicas 1-1.3 mm, todos ellos blancos hacia la base y violetas hacia el ápice, pilosos, pelos de color violeta; antera grande 1.2-1.3 mm, amarilla, anteras chicas 0.8-0.9 mm, amarillas; pistilo hasta de 9 mm, estilo piloso; estigma capitado-fimbriado. Cápsulas 1.2-1.5 cm; semillas 0.75-0.80 x 0.5 mm, con 8-10 costillas. Número cromosómico desconocido.

Habita en los bordes de lagunas, charcas temporales y canales. Altitud 700-2500 m. Se distribuye en las partes altas de México y Guatemala. Se distribuye en México en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz. Figuras 39 y 40.

Ejemplares examinados:

AGUASCALIENTES: Near km 57, just east of Aguascalientes State Line, road from Ojuelos, about 13 miles west of Paso de la Troje. 2000 m. Permanently wet depressions in level grassland; in water up to 30 cm deep. **McVaugh, R. con Loveland, H. and Phippen R. 17056**, 17 Aug., 1958. (IEB); **CHIHUAHUA:** Mpio: Bocoyna. Moist llano SW of Creel near San Ignacio. **Bye, R. con Weber, W. 08296**, 17 oct., 1977. (GH, MEXU); **DISTRITO FEDERAL:** Pedregal de San Angel. **Salazar, F. s/n**, 1913. (MEXU); Canal de río, México, **Bourgeau, M. 00660**, 17 Jun., 1863-1866. (MEXU (Foto ex K)) **DURANGO:** Coyotes Hacienda sixty-three road miles WSW of C. Durango. 2400-2500 m. **Maysilles, J. 07650-A 1** sep., 1951. (MEXU, MICH); At the city of Durango and vicinity. **Palmer, E. 00570**, Apr.-Nov. 1896. (BM, G, GH, MEXU (Foto ex G y Foto ex K), MO); 2 miles SW of Durango. 8000 ft. Large spreading clumps at edge of lowland swamp. **Soderstrom, T. 00765 28** Sep., 1959 (MICH); **GUANAJUATO:** Waterfill depressions in level grassland 11-12 km west of Dolores Hidalgo. 1950 m. In shallow water. **McVaugh, R. 24075**. 9 Nov., 1970. (MICH); 8 km, al N de Manuel Doblado, sobre la carretera a León. 1800 m. Lugares encharcados. **Rzedowski, J. 47254**, 5 Sep 1988. (IEB); Mpio: Dolores Hidalgo. San Diego. 1900 m. terreno plano, dentro del agua. **Ventura, E. con López, E. 08898**, 8 Oct., 1990. (UAMIZ); Mpio: Victoria. Entronque de Victoria y Xichú, 30 km al N de Xichú. 2100 m. Terreno plano. **Ventura, E. con López, E. 07313**, 13 Sep., 1989. (IEB); **HIDALGO:** Mpio: Huichapan. Donguiño, 24 km al E de

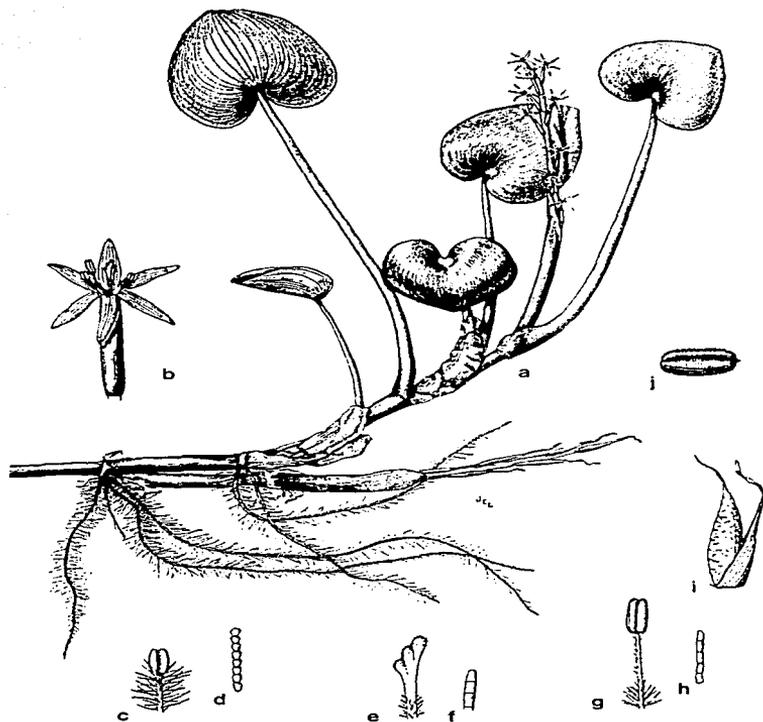


Figura 40. *Heteranthera peduncularis* Benth., a) hábito de la planta, b) flor, c) uno de los estambres cortos, d) pelo estaminal del mismo estambre amplificado, e) estigma y parte del estilo, f) pelo del estilo amplificado, g) estambre grande, h) pelo estaminal del mismo estambre amplificado, i) fruto, j) semilla. Dibujo tomado de Las Pontederiaceae de la Argentina, tab. 10 (1942).

Huichapan. 2000 m. Arraigada en aguas someras. **Hernández, R. 04698**, 13 jul., 1980. **(MEXU)**; Mpio: Tulancingo. Small, stream and damp bank by road between Metepec and Estación de Apulco. 7000 ft. Floating in small pools or creeping on muddy banks. **Moore Jr., H. con Wood, Jr. C. 04883**, 7 Sep., 1947. **(A, MEXU)**; **JALISCO**: Mpio: Guadalajara. Pqueña zona inundada justo abajo del trébol para entrar a la desviación del aeropuerto, 17 km al sur de Guadalajara. 1400 m. Creciendo en las partes más profundas de la zona inundada. **Novelo, A. 01318 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 24 Oct.**, 1994. **(MEXU)**; Mpio: Mascota. Río que atraviesa la brecha en el poblado La Plata a 5 km al noroeste de Mascota. Creciendo en un remanso del río en sitio tranquilo. **Novelo, A. con Philbrick, T. 01129**, 19 mar. 1993. **(MEXU)**; Planos inundados a los alrededores de la estación de tren El Castillo. Aproximadamente 15 km al sureste de Guadalajara. 1445 m. Creciendo en pequeñas depresiones que fueron hechas para hacer tabiques. **Novelo, A. 01309 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 23 Oct.**, 1994 **(MEXU)**; In flat thirty miles SE of Guadalajara. In pool reddish clay soil. **Barkley, F. con Paxson, J. y Rowell, Jr. C. 07594**, 12 aug., 1947. **(MEXU)**; Potrero "El Cloro", 5 km de Unión de Tula por la carretera a Atlán. 1300 m. En campos de cultivo de *Saccharum*. **Carbajal, S. 02209**, 10 Ago., 1979. **(ENCB, MICH)**; Juanacatlán, Roadside pond in thorn savannah. 1555 m. Pond. **Detling, L. 08748**, 22 Oct., 1961. **(ENCB)**; 1 km al W de San José de los Andrade, sobre la brecha Ayutla-Mascota. 1500 m. Charcos permanentes, poco profundos y arroyos de curso lento. **Guzmán con Guzmán 00932**, 1 Nov., 1980. **(ENCB)**; Wet roadside ditches on Mexico 80 just W of Santa Ana Acatlán. 1400 m. **Ittis, H. con Guzmán, R. y Nee, M. 01109**, 3 Jan., 1979. **(IBUG)**; A 36 km al N de Atotonilco, rumbo a Cd. León. 2020 m. **Lot, A. con Novelo, A. 00975**, 18 sep., 1979. **(MEXU)**; Presa la Cañada, a unos 3 km al S de Tuxcueca. 1580 m. Acuática. **Romero, H. 00248**, 25 Sep., 1976. **(ENCB)**; On pond between railroad tracks & highway # 15, about 10 miles north of Guadalajara. Exposed to sun. **Templeton, B. 08902**, 18 Sep., 1960. **(ENCB, MICH)**; Mpio: Acatlán de Juárez. Acatlán de Juárez, alcantarilla cerca del entronque con carretera a Villa Corona. 1360 m. Acuático, en el fango. **Romero, H. 00187**, 31 may., 1976. **(MEXU)**; Mpio: Huejuquilla. 4 km al SW de Tenzompa, rumbo a corral blanco. 1800 m. En lugares inundados. **Flores, A. 02086**, 8 Oct., 1990. **(ENCB)**; Mpio: Ojuelos. Potrero San Carlos, 9 km al S de Ojuelos. 2180 m. Crece en arroyo. **Ramos, F. 00133**, 29 sep., 1983. **(MEXU)**; Mpio:

Tepatitlán de Morelos. Depressions in grassland at Capilla de Guadalupe, ca. 10-12 miles east of Tepatitlán. 2000 m. Permanent shallow pools and marshy borders; often in masses in water 15-30 cm. Deep. **McVaugh, R. con Loveland, H. and Pippen, R. 17581**, 30-31 Aug., 1958. (IEB); Mpio: Unión de Tula. 500 m antes de llegar a San Cayetano viniendo de Tecolotlán. Acuática; enraizada al fondo. **Chazáro, M. con Robles, L.; Viguerras, L.; Reyna, O. y Ramírez, R. 05660**, 24 Sep., 1988. (ENCB, IBUG, IEB); Near 635 km marker Guadalajara to Jiquipilan (route # 15). In marshy roadside. **Weintraub, F. 00180 con Roller, J.** 24 Jul., 1955 (MICH); MÉXICO: Mpio: Ixtapan de la Sal. Ixtapan de la Sal. 1800 m. En campo pantanoso, asoleada. **Matuda, E. con Gold, D. 21857**, 2 sep., 1951. (MEXU); Mpio: Temascaltepec. Tejupilco. 1340 m. In the water. **Hinton, G. 04603**, 28 Aug., 1933. (G, MEXU(Foto exG)); Mpio: Temascaltepec. Temascaltepec. Marsh. **Hinton, G. et.al. 06590**, 10 Jul., 1934. (G, GH, MEXU(Foto ex G), MO); Mpio: Tepotzotlán. Cerca de la Presa de la Concepción. 2400 m. Orilla de un pequeño charco. **Rzedowski, J. 21483**, 19 Oct., 1965. (ENCB); Mpio: Tepotzotlán. 10 km al noroeste de Tepotzotlán, rumbo a Villa del Carbón, en una charca cerca de la carretera. 2250 m. Creciendo en el borde de la charca a 40 cm de profundidad. **Novelo, A. 00768**, 19 jul., 1986 (MEXU); Mpio: Tepotzotlán. 2 km al SE de Tepotzotlán. 2250 m. Terrenos encharcados a la orilla del río. **Rzedowski, J. 24461**, 21 oct., 1976. (CHAPA, ENCB, MEXU); MICHOACÁN: Presa la Minsita, 10 km al SW de Morelia, cerca del balneario de Cointzio. A la salida del agua del balneario. **González, M. 00198**, 1 Sep., 1979. (UAMIZ); Alrededores de San José Purúa. **González, L. 01713**, 3 Oct., 1964. (ENCB); Road Zamora to Joconia. In shallow ditches on mud. **Moore Jr., H. 00142**, 17 Nov., 1940. (GH); Mpio: Chucándiro. 3 km al N de Chucándiro, sobre la carretera a Huandacareo. 1850 m. Terrenos encharcados de la orilla del lago de Cuitzeo. **Rzedowski, J. 49969**, 23 Aug., 1990. (IEB, UAMIZ); Mpio: Huandacareo. 2 km al S de Huandacareo; a la orilla del Lago de Cuitzeo. 1850 m. En una zanja con agua; pastizal halófilo. **Rzedowski, J. 40288**, 6 Aug., 1986. (IEB); Mpio: Huaniqueo. 0.5 km desviación a Tendeperacua. 2000 m. Charcos temporales. **Díaz-Barriga, H. 06395**, 10 Sep., 1990. (IEB); Mpio: Jiquilpan. Pequeña charca a 25 .4 km al oeste de Jiquilpan sobre la carretera que va a Cd. Guzmán. Aprox. 1400 m. Creciendo en el borde de la charca. **Novelo, A. 01337 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 27 Oct., 1994. (MEXU)**; Mpio: Maravatio de Ocampo. Aproximadamente a 1 km al W de Maravatio.

2000 m. Vegetación acuática. **García, I. con H. de G. 03563**, 21 Nov 1992. (IEB); Mpio: Morelia. Cerro Punhuato. 2000 m. **Arsène, Bro. G. 00485**, 30 sep., 1909. (MEXU); Mpio: Morelia. Loma del Zapote, vicinity of Morelia. **Arsène, Bro. G. 03037**, 11 Jul., 1911. (GH, MO); Mpio: Morelia. Presa de Punhuato. 1200 m. **Arsène, F. s/n**, 30 Sep., 1909. (G, MEXU(Foto ex G(2))); Mpio: Morelia. Presa de Punhuato. 1200 m. **Arsène, F. s/n**, 6 Aug., 1911. (G, MEXU (Foto ex G)); Mpio: Morelia. Charca 500 m al E de la Estancia, 8 km al SW de Morelia. 2050 m. Zonas menos perturbadas de la charca. **González, M. 00209**, 1 sep., 1979. (MEXU, UAMIZ); Mpio: Morelia. Campos de la Ciudad Universitaria, Morelia. 1920 m. Sitios encharcados y lodosos. **Zamudio, S. 05420**, 12 Aug., 1987. (ENCB, IEB); Mpio: Pátzcuaro. Cerro del Bao-Tzurumútar. 2100 m. Pastizal, terreno plano, dentro del agua. **Escobedo, J.M. 01119**, 12 Ago., 1986. (UAMIZ); Mpio: Puruándiro. El Sabino Buenavista. 1900 m. Dentro del agua. **Pérez, E. con García, E. 01752**, 31 Aug., 1990. (IEB, UAMIZ); Mpio: Puruándiro. El Sabino de Buenavista. 1900 m. Dentro del agua, charco con pastizal; planta arraigada. **Pérez, E. con García, E. 01753**, 31 Aug., 1990. (IEB); Mpio: Puruándiro. Crucero de Curímeo, carretera Zacapu-Puruándiro. 1750 m. Dentro del agua, pantano. **Pérez, E. con García, E. 01835**, 20 Sep., 1990. (IEB, UAMIZ); Mpio: Sixto Verduzco. Agua Gorda. 1700 m. Dentro del agua, charco. **Pérez, E. con García, E. 01653**, 23 Aug., 1990. (IEB, UAMIZ); Mpio: Tuxpan. La Providencia, 5.7 km al O del Malacate, carr. a Agostitlán. 1790 m. **Torres, R. con Ramírez, P. 13098**, 23 Sep., 1989. (IEB); Mpio: Tzintzuntzan. Rancho los Corrales, Laguna Chario. 2100 m. Acuática. **Díaz-Barriga, H. 01366a** 11 Oct., 1985. (IEB); Mpio: Villa Jiménez. 5 km al E de Villa Jiménez. 2050 m. Charcos a la orilla del camino, arraigada en el fondo del charco. **Rzedowski, J. 40177**, 2 Aug., 1986. (ENCB, IBUG, IEB); Mpio: Zináparo. Más o menos 4 km al S de Zináparo. 2100 m. Dentro del agua, arroyo encharcado. **Pérez, E. con García, E. 01574**, 7 Aug., 1990. (IEB); Mpio: Zitácuaro. Zitacuaro-San Felipe. 2000 m. Marsh. **Hinton, G. et.al. 13202**, 9 Jun., 1938. (G, GH, MEXU(Foto exG), MICH(2)); MORELOS: Mpio: Coatlán del Río. A 3 km del crucero de Michapa-Puente de Ixtla, sobre la carretera. 1120 m. Creciendo en lugar sombreado e inundado temporalmente. **Bonilla, J. 00225**, 9 ago., 1986. (HUMO, UAMIZ); Mpio: Yautepec. Laguna de Colapan, 1 km al NO de La Joya. 1410 m. Creciendo a 10 cm de profundidad. **Bonilla, J. con Flores, G. 00337**, 25 oct., 1987. (HUMO(2)); NAYARIT: Compostela. Río Compostela, bajo el puente del libramiento,

aproximadamente 1 km de la caseta de cobro a Chapalilla al sur de la Cd. de Tepic. 700 m. Creciendo sobre el suelo casi a punto de secarse. **Novelo, A. 00886**, 26 Oct., 1989. (MEXU); Mpio: Compostela. Wet meadow and adjacent pasture ca 6 km north of Compostela; elev. 900 m. Occasional in shallow water. **Dieterle, J. con Duffield, W. and Graham, W. 03931**, 27-28 Oct., 1971. (ENCB, IEB, MICH); Mpio: La Yesca. 13 km al SE de Puente Camotlán, camino a Huajimic. 1230 m. Suelo inundable en época de lluvia. **Tenorio, P. con Flores, G. 16681**, 26 Oct., 1989. (MEXU); Mpio: Nayar. Mesa del Nayar. Charca formada por la lluvia sobre el camino de terracería en el pueblo. **Bonilla, J. con Dorado, O. & Ramírez, R. 00716**, 13 Ago., 1989. (HUMO); Mpio: San Pedro Lagunillas. Borde NW de San Pedro Lagunillas, a aproximadamente 60 km al SE de la Ciudad de Tepic. 900-1000 m. Creciendo en los canales que alimentan la laguna. **Novelo, A. 00895**, 26 oct., 1989 (MEXU); OAXACA: Estangs de Sola, Oaxaca. **Galeotti, H. 05364**, Jun.-Oct., 1840. (BR(2), G, MEXU (Foto ex K, ex G)); PUEBLA: San Baltazar, prés Puebla. 2140 m. **Hno. Nicolás, G. s/n**, 14 Sep., 1910. (MEXU); San Baltazar, Vicinity of Puebla. 2140 m. **Hno. Arsène, G. 05485**, 10 Sep., 1910. (MO); San Baltazar, Vicinity of Puebla. 2140 m. **Hno. Nicolás, G. 05485**, 17 Sep., 1910. (BM, GH); Laguna, [ai stagnaulibus]. **Hno. Nicolás, G. s/n**, 16 Ago., 1912. (M); QUERETARO: Mpio: San Juan del Río. Pequeña laguneta a 10 km al N de Amealco, rumbo a la autopista de Querétaro. Aprox. 1900 m. Creciendo en los bordes de la laguneta. **Novelo, A. 00779**, 25 Jul., 1986 (MEXU); Mpio: San Juan del Río. Puerto Alegre, 10 km al NE de Amealco rumbo a San Juan del Río. aprox. 2000 m. Creciendo en todo el borde de la charca. **Novelo, A. 00789**, 5 Oct., 1986. (ENCB, IBUG, IEB, MEXU); Mpio: San Juan del Río. Poblado Puerto Alegre, 13 km de la carretera Querétaro a Amealco. 2050 m. Creciendo en el borde de la laguneta temporal. **Novelo, A. con Calzada, I. 01080**, 10 sep. 1992. (MEXU); SAN LUIS POTOSÍ: Chiefly in the Region of San Luis Potosí. 6000-8000 ft. **Parry, C. con Palmer, E. 00898**, 1878. (BM, G, MEXU (Foto ex G y Foto ex K)); Mpio: San Luis Potosí. San Luis Potosí. **Schaffner, J. 00249**, 1879. (BM, G, M, MEXU (Foto ex G)); Mpio: San Luis Potosí. **Schaffner, J.R. 00517**, 1876. (MEXU); Mpio: San Luis Potosí. **Schaffner, J. 00520**, 1876. (MEXU, MEXU (Foto ex K)); VERACRUZ: Orizaba. **Botteri s/n, s/f. (GH)**; Región de Orizaba. **Bourgeau, E. 03284**, 20 Oct., 1866. (G, GH, MEXU (Foto ex K)); sin localidad. **Müller, F. con Schlumberger, H. 00554**, 1853?. (BR, MEXU (Foto ex K)).

6. *H. reniformis* Ruiz López & Pavón, *Fl. peruv.* 1: 43 (1798). *Schollera reniformis* (Ruiz López & Pavón) Kuntze, *Rev. Gen. Pl.* 2: 719 (1891). Tipo: Perú, *Ruiz y Pavón s.n.* (holotipo MA, fototipo MEXU! ex MA; isotipos B!, fototipo MEXU! ex B; BM!, fototipo MEXU! ex BM; K, fototipo MEXU! ex K; OXF!, fototipo MEXU! ex OXF).

Heterandra reniformis Beauv., *Trans. Amer. Phil. Soc.* 4: 176 (1799). *Leptanthus reniformis* (Beauv.) Michx. *Fl. Bor. Amer.* 1: 25 (1803). Tipo: Estados Unidos, Pennsylvania, *Beauvois s.n.* (holotipo G).

Heteranthera acuta Willd., *Ges. Naturf. Freunde Berlin Neue Schriften* 3: 438 (1801). Tipo: Estados Unidos, Pennsylvania, *Muhlenberg s.n.* (holotipo B-W., microficha MEXU! No.1034).

Plantas enraizadas, anuales o perennes; tallos delicados, simpodiales, postrados sobre el lodo o flotantes, ramificados. Hojas alternas; estípulas ca. 2.5 cm, ápice emarginado, peciolas 3-30 cm, no inflados, láminas flotando o emergiendo sobre el agua, (0.5-)2.5-4 x (1-)2.5-4(-6) cm, oblatas; base cordata; ápice obtuso. Inflorescencia espiciforme, con 4-6(-7) flores, solitarias, alternas a lo largo del pedúnculo, sésiles; pedúnculo 1.5-3.3 cm, delgado, glabro; entrenudo entre las espatas (0.5-) 1.2-4(-6) cm; lámina de la espata inferior (0.5-)2.5-4 x (1-)2.5-4(-6) cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior 1-2.8 cm, abierta desde la base o desde la mitad, ápice mucronulado. Flores zigomorfas, ca. 1 cm; perianto blanco, piloso externamente, lóbulos externos ca. de 4 mm, lóbulos internos ca. de 4 mm, arreglados 5 + 1. Filamento de la antera grande ca. de 2.2 mm, con algunos pelos dispersos, de las anteras chicas ca. de 1.3 mm, con un mechón de pelos en la inserción con la antera; antera grande 1.2-1.4 mm, amarilla, anteras chicas 0.4-0.5(0.6) mm, amarillas; pistilo hasta de 1 cm; estilo piloso, especialmente en el tercio superior; estigma capitado. Cápsulas 0.8-0.9(1) cm; semillas 0.6-0.7 x 0.4-0.5 mm, con (9)10-11(12) costillas. Números cromosómicos $2n=24$, $2n=32$ y 48.

Habita en los bordes de ríos, pantanos, potreros inundados y charcas temporales. Altitud 0-2250 m. Nombres vulgares: cucharilla (Mor.); lirio (Jal.); patillo (Mor.); patito (Mich.); patitos (Chih.). Usos: medicinal (Mor.). Se distribuye desde Estados Unidos a

Sudamérica y las Antillas. Se distribuye en México en los estados de Chiapas, Colima, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz. Figuras 41 y 42.

Ejemplares examinados:

CHIAPAS: Río Huehuetán. 0 m. terreno plano, orilla del arroyo. **Ventura, E. con López, E. 03484**, 17 Abr., 1986. (ENCB); Mpio: Huixtla. 6-8 km NE of Huixtla along road to Motozintla. 200 m. Cafetal in Seasonal Evergreen Forest along small streams. **Breedlove, D. 28503**, 6 oct., 1972. (MEXU, MO); Mpio: Tapachula. La Escondida. 50 m. Terreno plano. **Ventura, E. con López, E. 00162**, 13 Ago., 1984. (ENCB); Mpio: Tapachula. Tapachula 500 ft. **Fisher 35264 s/f (MO)**; Mpio: Tapachula. Monte Negro. Terreno plano. **Ventura, E. con López, E. 00599**, 24 Oct., 1984. (ENCB); Mpio: Tuxtla Chico. Río Cahuacán. 50 m. Terreno plano, orilla del arroyo. **Ventura, E. con López, E. 01397**, 21 Mar., 1985. (ENCB); **COLIMA:** Río Hermenegildo, 36 km N de Manzanillo, rumbo a Minatitlán. Creciendo entre las rocas en los remansos del río, en agua limpia. **Novelo, A. con Téllez, O. 00992**, 7 feb., 1991. (MEXU); Río Hermenegildo, 36 km al N de Manzanillo rumbo a Minatitlán. 200 m. Creciendo en un remanso del río. **Novelo, A. con Philbrick, T. 01005**, 7 mar., 1991. (MEXU); Mpio: Comala. Laguna Escondida, a aprox. 30 km al norte de la Ciudad de Colima rumbo al Volcán Nevado de Colima. Al noroeste de la cofradía de Suchitlán. **Novelo, A. 00935 con Mijangos, M.** 7 Ago., 1990. (MEXU); **GUANAJUATO:** Irapuato. Marsh. **Kenoyer, L. 01865**, 8 Aug., 1947. (GH); Road to San Luis de la Paz, 7-8 miles above Xichú, stipes sides of barranca in oak zone. 2000 m. In roadside ditches. **McVaugh, R. 14828** 14 Jun., 1954. (MICH) **HIDALGO:** Mpio: Metztitlán. Riachuelo que desemboca al lago de Metztitlán a ap rox. 15 km al SE de Molango **Lot, A. 01194 con Novelo, A.** 21 Sep., 1982. (MEXU); Mpio: Molango. Lago Atezca, a 6 km al oriente de Molango. **Lot, A. 0 1192 con Novelo, A.** 20 Sep., 1982 (MEXU); Mpio: Molango. Wet field by Lake Atezca, below Molango. 1400 m. Wet field by lake. **Moore Jr., H. 02952**, 27 May., 1947. (GH); Lago Atezca 6 km N de Molango. Bordes de la laguna. **González, M. 00149**, 14 jul., 1979. (ENCB(2), MEXU, UAMIZ); Río Tula en Mixquiahuala. **S/C 00924**, Jun-Dic., 1936. (MEXU); Mpio: Tecozautla. Poblado llamado "El Geiser" (Uxdejhé) a 7 km al N de Tecozautla. Río Moctezuma. 1740 m. Creciendo en el borde del río, en lugares sin corriente. **Novelo, A.**

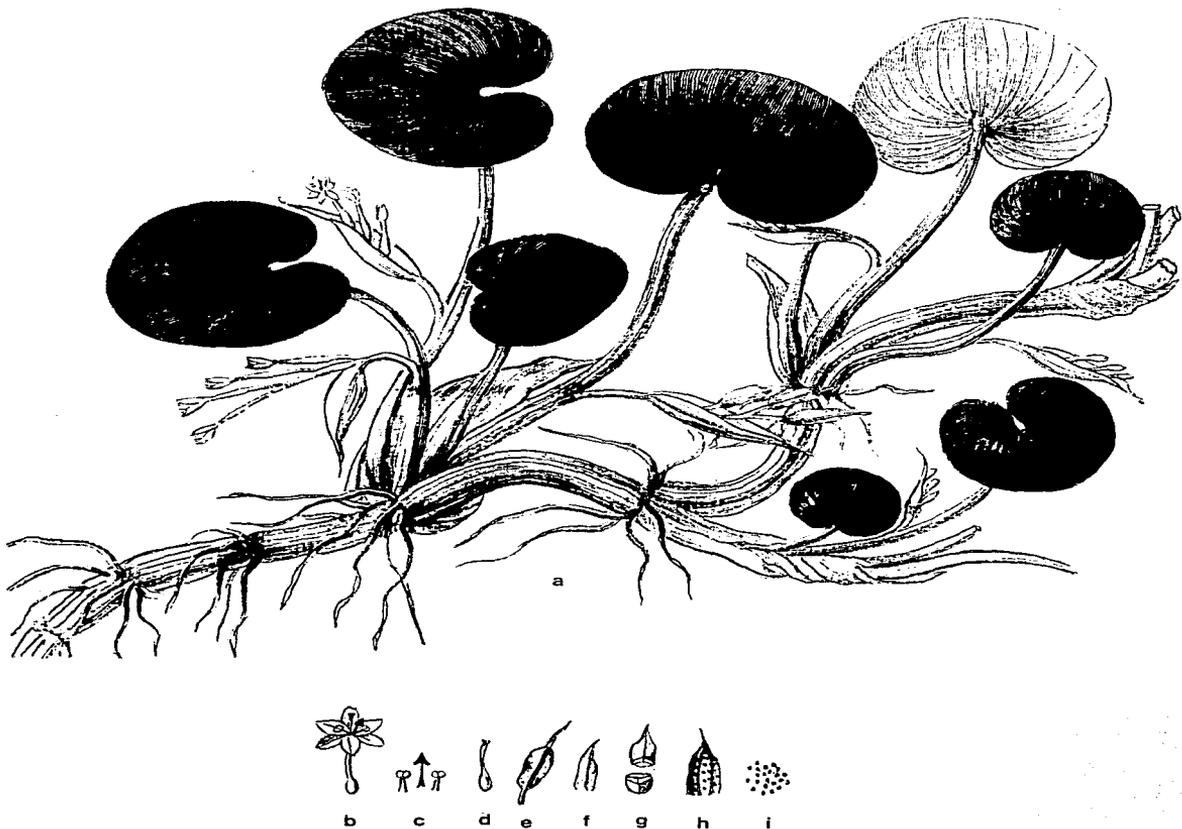


Figura 41. *Heteranthera reniformis* Ruiz López y Pavón, a) hábito de la planta con algunas inflorescencias e infrutescencias, b) flor, c) estambres, d) pistilo, e) cápsula con parte de la corola, f) cápsula sin la corola, g) corte transversal de la cápsula, h) corte longitudinal de la cápsula, i) semillas. Dibujo tomado de Flora Peruviána et Chilensis Vol. I, tab. 71 (1798).

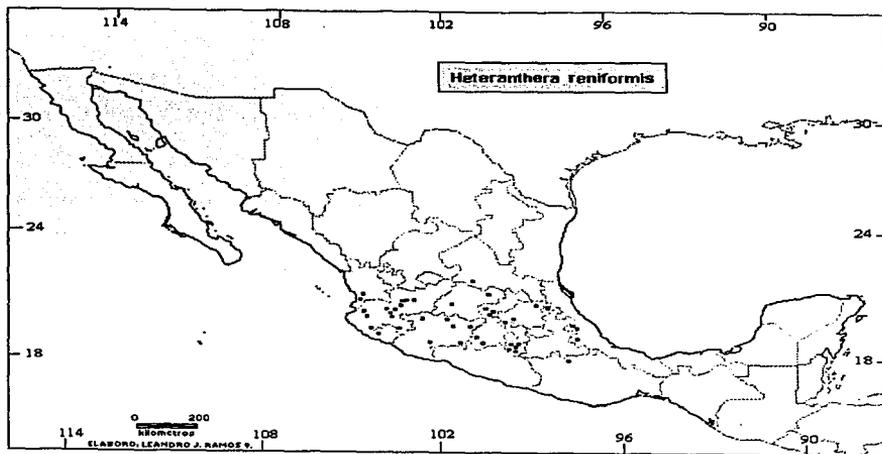


Figura 42. Mapa de distribución de *Heteranthera reniformis* en la República Mexicana.

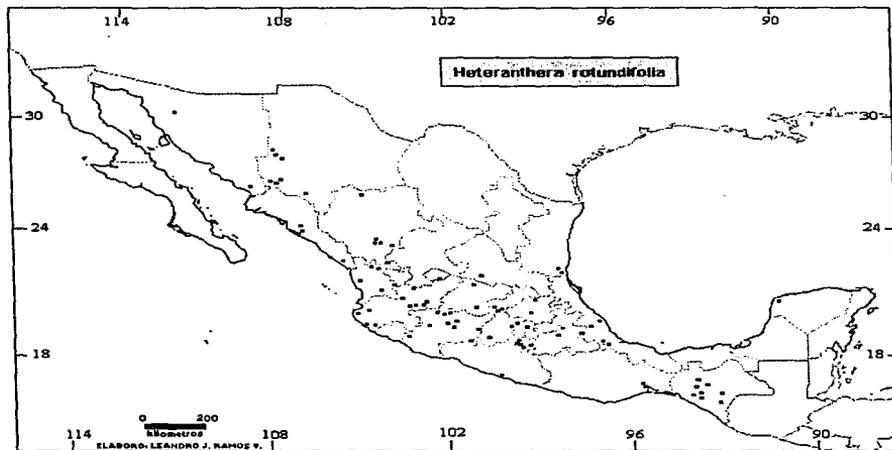


Figura 43. Mapa de distribución de *Heteranthera rotundifolia* en la República Mexicana.

con Philbrick, T. & Crow, G. 01204, 12 Dic., 1993. (MEXU); Mpio: Tecozautla. El Taguá, carretera Huichapan-Tecozautla. **Trejo, L. 00049**, 16 abr., 1976. (MEXU); JALISCO: In flat thirty miles SW of Guadalajara. In pool in reddish clay soil. **Barkley, F. 07593**, 12 aug., 1947. (MEXU); Sierra del Halo, in canyon with stream. 6600 ft. On bank of stream. **Boutin, F. con Brandt, F. 02437**, 22 nov., 1968. (MEXU, MICH); Wet pasture near Villa Corona. 1350 m. Somewhat fleshy plants in shallow water. **Dieterle, J. 03496** 18 Sep., 1969 (MICH); Along stream, puente San Pedro, 5 miles SW. of Tecatitlán. 1200 m. **Koelz, W. 34133** 2 Dec., 1959. (MICH); Steep mountains 11-12 miles south of Talpa de Allende, in the head water of a west branch of río de Talpa, barranca above a rapid clear stream. 1200-1700 m. Along of the steam. **McVaugh, R. 20435** 18-19 Oct., 1960. (MICH); Mpio: Atengo. Río que pasa a las afueras de Atengo a 25 km al noroeste de Tecolotlán. Creciendo en los remansos del río, en suelo encharcado. **Novelo, A. con Philbrick, T. 01154**, 21 mar., 1993. (MEXU); Mpio: Autlán. Río Autlán, pasando el poblado Autlán, rumbo a El Grullo, cerca del Ingenio azucarero. Creciendo en los remansos del río. **Novelo, A. con Philbrick, T. 01157**, 21 mar. 1993. (MEXU); Mpio: El Grullo. Rancho El Palo Blanco, 9 km al sur de El Grullo, sobre el río Ayuquila. 900 m. Acuático; arraigada al suelo. **Santana, J. 00212**, 18 Apr., 1981. (IBUG); Mpio: Guachinango. Río que atraviesa la carretera a 47 km al oeste de Ameca, cerca de la desviación a Guachinango. Creciendo en el borde del río, en lugares protegidos. **Novelo, A. con Philbrick, T. 01139**, 19 mar., 1993. (MEXU); Mpio: Mascota. Río que atraviesa la brecha en el poblado La Plata a 5 km al noroeste de Mascota. Creciendo en un remanso del río en sitio tranquilo. **Novelo, A. con Philbrick, T. 01130**, 19 mar. 1993. (MEXU); Mpio: Tala. Linderó W y cerco de piedra a partir de arroyo Presitas hacia Platanillos. 1500 m. Vegetación secundaria derivada de bosque de pino y encino. **Rodríguez, A. con Reynoso, J. 01137**, 28 Nov., 1987. (IBUG); Mpio: Tepatitlán de Morelos. Rancho el Aguacatal; a 1 km al E de Tepatitlán. 1746 m. Acuático. **Aceves, D. SIN**, 16 May., 1979. (IBUG); Mpio: Zapopán. Arroyo de agua caliente de los baños "El Encanto", Sta. Lucía Tesistán. 1350 m. Acuática, flotante en charcas tranquilas. **Villarreal de P., L.M. 07176** 26 Ene., 1975. (IBUG); Mpio: Zapopán. Arroyo el Atlicolte, rancho "La Mesa", San Esteban. 1460 m. Acuático. **Villarreal de P., L.M. 04855**, 10 Jun., 1973. (IBUG); MÉXICO: Mpio: Temascaltepec. Road from Temascaltepec to

Tejupilco, 9.6 miles from Temascaltepec at 17 km. **Anderson, W. 05019 con Anderson, C.** 12 Oct., 1953. (MICH); Mpio: Tejupilco de Hidalgo. Puente sobre el río Chilero, carretera Temascaltepec-Tejupilco. 1700 m. **López, A. con Espejo, A. y Flores, A. 00801**, 20 Oct., 1988. (IEB, UAMIZ); Mpio: Temascaltepec. Cuentla. 1900 m. In the water. **Hinton, G. 04058**, 27 Jun., 1933. (G, GH, MEXU(Foto ex G)); Mpio: Valle de Bravo. Valle de Bravo junto al lago. 1800 m. Pantano con *Eleocharis* y *Juncus*. **Boege, L. 01821**, 25 may., 1971. (MEXU); MICHOACAN: 1 km S of Puentecillas, ca. 5 km N. of Ario de Rosales. 2200 m. Low wet meadow. **Ilitis, H. con Koeppen, F. y Ilitis, F. 00394A**, 25 Jul., 1960. (WIS); Road Zamora to Joconia. In shallow ditches on mud. **Moore Jr., H. 00143**, 17 Nov., 1940. (GH); Mpio: Ario de Rosales. 1 km S of Puentecillas, ca. 5 km N. of Ario de Rosales. 2200 m. Bank of spring-fed, small, shallow stream. **Ilitis, H. con Koeppen, F. y Ilitis, F. 00394B**, 25 Jul., 1960. (MEXU, MICH, WIS); Mpio: Chucándiro. 3 km al N de Chucándiro, sobre la carretera a Huandacareo. 1850 m. Terrenos encharcados de la orilla del lago de Cuitzeo. **Rzedowski, J. 49967**, 23 Aug., 1990. (IEB, UAMIZ(2)); Mpio: Huetamo. Tacupa. In the Balsas river. **Hinton, G. y et al. 05824**, 23 Mar., 1934. (GH, MICH); Mpio: Maravatio de Ocampo. Balneario las Camelinas, ca. de Guapamacataro, SE de Maravatio. 2000 m. Vegetación acuática. **García, I. 03629**, 3 Dec., 1992. (IEB); Mpio: Morelia. Balneario Cointzio, aproximadamente 4 km de la carretera principal Morelia-Pátzcuaro. Creciendo en las partes inundadas a las afueras del manantial. **Novelo, A. 01345 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 28 Oct.**, 1994 (MEXU); MORELOS: Canal junto a la carretera a la entrada del Balneario El Texcal, a aprox. 12 km al E de Cuernavaca. 1550 m. Creciendo en medio del canal en donde se junta el sedimento. **Novelo, A. 01096**, 4 oct. 1992. (MEXU); Coatlán del Río. **Ortega, J. 00024**, 6 Oct., 1981. (ENCB); Mpio: Coatlán del Río. Coatlán del Río. 990 m. Canal de riego. **Torres, B. 00321**, 30 ene., 1976. (MEXU); Mpio: Cuautla. Cañada frente al Fraccionamiento Las Brisas de Cuautla, entre Nepantla y Tetelcingo. En el lecho del río. **González, M. 00069**, 22 abr., 1979. (CHAPA, ENCB(2), MEXU); Mpio: Jiutepec. Jiutepec, cerca de Cuautla. 1500 m. Pantano. **Boege, L. 02226**, 23 may., 1972. (MEXU); Mpio: Jiutepec. Canal de riego a 500 m al SE de la exhacienda de Cortés, camino Atlacomulco-Parres. 1420 m. Creciendo en los bordes del canal. **Bonilla, J. 00021**, 3 feb., 1984. (HUMO); Mpio: Jiutepec. Manantial Las Fuentes,

2 km al SE de Jiutepec. 1340 m. Creciendo a 15 cm de profundidad. **Bonilla, J. 00104**, 24 mar., 1986. (**HUMO, UAMIZ**); Mpio: Temixco. Charco temporalmente inundado a 200m antes de Acatlipa, carretera federal Temixco-Acatlipa. Cerca de cultivos de caña. 2200 m. Creciendo a 10 cm de profundidad, lugar sombreado. **Bonilla, J. 00132**, 1 may., 1986. (**HUMO**); Mpio: Yautepec. Río Oaxtepec, a un lado del Balneario, cerca del puente de la autopista. 1400 m. Creciendo a 15 cm de profundidad en el borde del río. **Bonilla, J. con Flores, G. 00290**, 8 nov., 1986. (**HUMO**); Mpio: Yautepec. Río Oaxtepec, 500 m al E del Balneario. 1400 m. Creciendo a 10 cm de profundidad. **Bonilla, J. 00322**, 26 dic., 1986. (**HUMO**); **NAYARIT**: Mpio: Compostela. Puente Compostela a 37.5 km al S de Tepic y a 2.5 km al S de Compostela; carretera Tepic - Puerto Vallarta. Creciendo en las partes más someras del río. **Novelo, A. con Ocaña, D. y Olvera, M. 00677**, 22 Nov., 1985. (**ENCB**); **OAXACA**: Cuicatlán. 500 m. **Conzatti, C. con González, J. 00644**, 2 Dic., 1897. (**GH, MEXU**); Mpio: San Felipe del Agua. 4 km al N de San Felipe del Agua. 1700 m. Terreno plano, inundado. **Fernández, R. 02445**, 14 Jun., 1984. (**ENCB**); **QUERETARO**: Camino a Vaquerías, km 3 aprox. 2250 m. Flotando en lecho de río. **Argüelles, E. 03205**, 27 Dic., 1989. (**MEXU**); Mpio: Cadereyta. Vista Hermosa. 1450 m. Alrededores del poblado; planta arraigada en el fondo del río. **Rzedowski, J. 43106**, 27 Apr., 1987. (**IEB**); Mpio: San Juan del Río. Alrededores de la Llave. 1850 m. Orilla de un canal. **Rzedowski, J. 50186**, 10 Sep., 1990. (**UAMIZ**); **SAN LUIS POTOSÍ**: Ojocaliente. 1750 m. Sumergida en el arroyo. **Rzedowski, J. 03836**, 27 Ago., 1954. (**ENCB**); Mpio: Sta. María del Río. Ojo caliente. 1800 m. Orilla de arroyo. **Rzedowski, J. 08564**, 30 dic., 1956. (**ENCB, MEXU**); **VERACRUZ**: Arroyo cercano a San José por la carretera de Tulancingo a Huayacotla. 2290 m. **Brigada Vegetación Acuática 00349**, 27 mar., 1976. (**MEXU, XAL**); Mpio: Actopan. El Descabezadero. 3600 m. En Acahual, flotando sobre agua estancada, calido. **Castillo, G. con Avendaño, S. 00173**, 28 May., 1977. (**CHAPA, ENCB(2), IBUG, XAL**); Mpio: Actopan. Río Actopan, en el poblado La Esperanza. Aprox. 40 km al sureste de Xalapa. **Novelo, A. 01419 con Calzada, I.** 5 May., 1995. (**MEXU**); Mpio: Isguatlán. El Chapo. en lugares pantanosos. **Ponce, F. 00172**, 23 dic., 1974. (**IBUG, MEXU**); Mpio: Xalapa. Río Sordo. 1300 m. Orilla de arroyo. **Ventura, F. 18384**, 28 abr., 1981. (**ENCB, MEXU**).

T. H. rotundifolia (Kunth) Griseb. *Cat. Pl. Cub.* 252. (1866). *H. limosa* (SW.) Willd. β *rotundifolia* Kunth, *Enum. Pl.* 4: 122. (1843). Tipo: México, Veracruz, Hacienda de la Laguna "in paludibus", *Deppe y Schiede 979* (sintipos HAL¹; LE).

Plantas enraizadas, anuales; tallos delicados, simpodiales, postrados sobre la superficie del agua, ramificados. Hojas alternas; estípulas 3-6 cm, ápice redondeado o truncado, peciolas 3-20 cm, no inflados; lámina emergiendo del agua 2-5 x 1-3.5 cm, ovada a orbicular; base obtusa a ligeramente cordata; ápice agudo a obtuso. Inflorescencia uniflora, sésil; entrenudo entre las espatas 2-5 cm; lámina de la espata inferior 2-5 x 1-3.5 cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior 1.2-4 cm, abierta desde la mitad, ápice mucronulado. Flores zigomorfas, externamente glabras ca. de 3 cm; perianto lila a morado; lóbulos externos ca. de 1.3 cm, lóbulos internos ca. de 1.3 cm, arregados 5 + 1. Filamento de la antera grande ca. de 3 mm, de las anteras chicas ca. de 3.5 mm, con pelos glandulares en la parte dorsal; antera grande 3.8-4.4 mm, de color oscuro, anteras chicas 2.4-3 mm, de color amarillo; pistilo hasta de 4 cm; estilo glabro, de color morado claro; estigma apical, 6-lobulado. Cápsulas 1-2.5 cm; semillas 0.6-0.75 x 0.36-0.5 mm, con 9-13 costillas. Números cromosómicos $2n=14, 16, 16+1B$

Habita bordes de lagunas, charcas temporales, ríos, zanjas, canales y áreas inundadas. Altitud 0-2600 m. Nombres vulgares: cucharilla (Mor.), patito (Mich.), patitos (Chih.). Ampliamente distribuida en América continental y las Antillas. En México se distribuye en Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas. Figura 43.

¹ No se pudo lectotipificar debido a que aparentemente hay más colectas depositadas en otros herbarios y se necesitarían ver para tomar la decisión más adecuada.

Ejemplares examinados:

AGUASCALIENTES: Near km 57, just east of Aguascalientes State Line, road from Ojuelos, about 13 miles west of Paso de la Troje. 2000 m. Permanently wet depressions in level grassland, abundant in water up to 30 cm deep. **McVaugh, R. con Loveland, H. and Pippen, R. 17055**, 17 Aug., 1958. (IEB); Mpio: Aguascalientes **Hartweg, M. 00227** Apr., 1839. (G, MEXU (Foto ex G.); **CHIAPAS:** in oxtail, southeast of Arriaga **Fassett, N. 29110** 12 Oct., 1953 (MICH); Mpio: Angel Albino Corzo. Revolución Mexicana a 3 km al sur de Villaflores. Aprox. 600 m. Creciendo sobre un canal contaminado en el borde de la carretera. **Novelo, A. 01285 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 20** Oct., 1994 (MEXU); Chicomosuelo. 800 m. **Matuda, E. 04489**, 14 Jul., 1941. (GH, MEXU, MO); Comitán, in hassertium peln auf somigen Hiesen. **Seler 02772**, 14 Aug., 1896. (GH); Mpio: Jiquipilas. 16 km eastsoutheast of Tierra y Libertad along road to Villa Flores. 1000 m. **Breedlove, D. 27346**, 23 Aug., 1972. (MEXU, MO); Mpio: Ocozocoautla de Espinoza. 1 km north of Ocozocoautla. 830 m. Edges of small ponds. **Breedlove, D. con Thorne, R. 21084**, 21 Oct., 1971. (MICH, MO); Mpio: Pueblo Nuevo Solistahuacán. On the eastern side of Pueblo Nuevo Solistahuacán. 1700 m. Large pond adjoining marsh. **Breedlove, D. con Thorne, R. 21347**, 26 Oct., 1971. (CHAPA, DUKE, MICH, MO); Mpio: San Cristóbal de las Casas. Grassy slopes with *Pinus* and *Quercus* along the bank of the reservoir of Rancho Nuevo, 9 miles southeast of San Cristóbal de las Casas on Mexican Highway 190. 7800 ft. **Breedlove, D. con Raven, P. 13420**, 17 Oct., 1965. (BM, CAS, LL, MEXU, MICH); Mpio: San Cristobal de las Casas. Aproximadamente 1 km adelante del entronque San Cristobal de las Casas - Palenque. 2230 m. Acuática en el fondo. **López, A. con Espejo, A. 01064**, 5 Oct., 1989. (UAMIZ); Mpio: Villa de Corzo. Low flats, 56 km south of Mexican Highway 190 near Junction to Jerico on road to Nueva Concordia. 700 m. In water. **Breedlove, D. 37502**, 10 Sep., 1974. (MEXU); **CHIHUAHUA:** Roadside along road to la Unión, 0.3 miles N jct. Hwy 200. 40 m. Sprawling herb. **Daniel, T. 01164** 19 Oct., 1978. (MICH); Guasaremos, Río Mayo. Tropical Sonoran; playa. In mud at playa edge. **Gentry, H. 01875**, 27 sep., 1935. (GH, MEXU, MO); Creel. **Knobloch, I. 01386** 23 Aug., 1954. (MICH); E. of la Junta. **LeSueur, H. 00420**, 10-19 Oct., 1935. (GH, MEXU, MO); 2 1/2 miles S of Cd. Guerrero. In river valley in oak grassland; depressions in flood plain beyond very small shallow pond 2"-8". **McGill, L. con Keil, D. 08341**, 27 Ago., 1971. (ENCB); Shallow ponds, plains at

the base of the Sierra Madre. **Pringle, C. 02022**, 7 sep., 1888. (**GH, MEXU, MICH**); Vicinity of Rancho Encampanada, a large canyon in the igneous Sierra Hechiceros near the Coahuilan boundary, 10-12 km, north-east of Rancho Hechiceros. In water fresh. **Stewart, R. 00195**, 30 Sep., 1940. (**GH**); Mpio: Bocoyna. Moist llano SW of Creel near San Ignacio. In standing water of slough. **Bye, R. con Weber, W. 08282**, 17 oct., 1977. (**MEXU, MICH**); Mpio: Guachochi. Trail to Cascada de Cusarare along río Cusarare. 2140 m. **Bye, R. con Weber, W. 08156**, 17 oct., 1977. (**GH, MEXU, MICH**); Mpio: Madera. El Garabato 12 km al E de el Ejido dos de Arriba, brecha a Varas. 2160 m. Acuática. **Tenorio, P. con Romero, C. 01816**, 28 sep., 1982. (**ENCB, MEXU**); COAHUILA: Sierra de Hechiceros; Canyon de la Madera, Tanque La Palma [sontle] y Canyon month. Wet mud and standing water. **Johnston, I. con Muller, C. 01281**, 15 Sep., 1940. (**GH**); DURANGO: Coyotes Hacienda, 63 road miles west-southwest of C. Durango. 2400-2500 m. Open meadows in pine forests; growing in a slow moving stream. **Maysilles, J. 07427**, Jul. 1950. (**MEXU, MICH**); Coyotes Hacienda, sixty-three road miles W-SW of C. Durango. 2400-2500 m. **Maysilles, J. 07650b**, 1 sep., 1951. (**MEXU**); **Patoni-Ochoterena 00924**, oct., 1916. (**MEXU**); Along the dirt road from Hidalgo del Parral to El Vergel, about 39 miles W of Parral and 3.5 miles W of Ojito, Sierra Madre Occidental. 7400 ft. In small ponds in a large grassy meadow near a stock pond. **Reveal, J. con Hess, W. 03018**, 12 sep., 1972. (**MEXU, MO**); Mpio: Nombre de Dios, al N de Tiután. Lugar inundable a orillas de un cultivo. **González, S. con Herrera, Y. 01292**, 22 Sep., 1980. (**CHAPA, ENCB, IEB**); Mpio: Súchil. Potrero Minillas, San Juan de Michis. Arroyo. **Alvarado, J. 00406**, 23 Oct., 1985. (**ENCB, IEB, MEXU**); GUANAJUATO: Mpio: San Felipe Torresmochas. 1 km al E de El Cubo. 2130 m. Llano abierto con pastizal muy perturbado. **García, J. con Lott, E. y Rebolledo A. 01183**, 5 oct., 1979. (**CHAPA, CSAT, ENCB, MEXU**); Mpio: Santiago Maravatio. Cerro Prieto, cerca de la Leona. 1950 m. Planta arraigada en el fondo de un arroyo. **Rzedowski, J. 40615**, 2 Oct., 1986. (**ENCB, IEB**); GUERRERO: Mpio: Acapulco. La estación, Laguna de Tres Palos. 20 m. Acahual anegado. **Diego, N. 04905**, 11 Oct., 1988. (**IEB**); Mpio: Mina. Between Santa Teresa & San José. 460 m. In a pond. **Hinton, G. et. al. 09402**, 13 Sep. 1936. (**ENCB, G, GH, MEXU(Foto ex G), MICH, MO**); HIDALGO: Jacala. 4500 ft. **Fisher, G. 03758**, 11 Aug., 1937. (**MO**); Small roadside pond near Hacienda San José between Atotonilco and Zoquitlan. 2100 m. **Moore Jr., H. con Wood, C. 04237**, 31 jul., 1948. (**A, MEXU,**

MICH); JALISCO: Afueras del poblado José María Morelos, en una charca al borde de la carretera. Aprox. 20 km al NW de Chamela. 50 m. Creciendo en las partes más someras de la charca y sobre suelo casi seco. **Novelo, A. 00910**, 28 Oct., 1989 (**MEXU**); Carretera Chamela-Pto. Vallarta "El Crucero". 160 m. **Delgado, A. con Hernández, R. y Trejo, L. 00233**, 21 sep., 1976. (**CHAPA, MEXU**); Sierra de la Venta. 1500 m. **Villarreal de P., L.M. 01353**, 3 Sep., 1967. (**IBUG, IEB**); Mpio: Acatic. 1 km adelante de La Joya, por la carretera Zapotlanejo-Tepatitlán. 1550 m. Campo abierto cercano a el cultivo y pastizal de *Paspalum, Digitaria, Panicum, Heteropogon y Leptochloa*. **Santana, J. 02068**, 27 Sep., 1986. (**IBUG**); Mpio: Ahualulco del Mercado. Valle de Ahualulco. **Bárcena 00632**, sep., 1886. (**MEXU**); Mpio: Atenguillo. 49 Km después de Mascota, rumbo a Ameca. 9 Km después del Puerto la Campana, desviación a Volcanes. **Espejo, A. con López, A. 04200**, 15 Ago., 1990. (**UAMIZ**); Mpio: Chapala. El Salto, km 37 carretera a Chapala. 1550 m. En la rivera. **Avila, R. s/n**, 19 Oct., 1978. (**IBUG**); Mpio: Guadalajara. Laguna El Castillo (Presa del Ahogado) frente a la Estación del FF.CC. San José del Castillo, a 17 km al SE de Guadalajara. 1540 m. **Lot, A. con Novelo, A. 01002**, 20 sep., 1979. (**MEXU**); Mpio: Guadalajara. Planos inundados a los alrededores de la estación de tren El Castillo. Aproximadamente 15 km al sureste de Guadalajara. 1445 m. Creciendo en pequeñas depresiones que fueron hechas para hacer tabiques. **Novelo, A. 01310 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 23 Oct., 1994. (MEXU)**; Mpio: Guadalajara. Puequeña zona inundada justo abajo del trébol para entrar a la desviación del aeropuerto. 17 km al sur de Guadalajara. 1400 m. Creciendo en las partes más profundas de la zona inundada. **Novelo, A. 01319 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 24 Oct., 1994. (MEXU)**; Mpio: La Huerta. Plano inundado a 1.5 km al norte del río San Nicolás. 15 m. Creciendo en las partes más profundas de la zona inundada. **Novelo, A. 01335 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 26 Oct., 1994. (MEXU)**; Mpio: San Cristobal de la Barranca. 10 km al norte de la desviación de la carretera a Tesistlán, antes de llegar al divisadero. 1500 m. Planta acuática fija al suelo por raíces suculentas. **Flores, A. con Tamayo, R. y Reyna, O. 01024**, 4 ago., 1988. (**ENCB, IBUG, IEB**); Mpio: San Cristobal de la Barranca. 22 Km sobre la desviación a San Cristobal de la Barranca. 1470 m. Llanos inundables. **López, A. con Espejo, A. 01341**, 16 Ago., 1990. (**UAMIZ**); Mpio: San Diego de Alejandría. 2 km al E de San Diego de Alejandría, rumbo a la Cd. León. 1900 m. **Lot, A con Novelo, A. 00971**, 18 sep.,

1979. **(MEXU)**; Mpio: Tlajomulco. Cuyutlán, alrededores de la población. 1600 m. En lugares encharcados. **Rzedowski, J. (27470, 14 Ago., 1970. (ENCB)**; Mpio: Tonalá. Cerca del Cholo. 1670 m. Ladera inclinada de roca basáltica, suelos dedicados al pastoreo. **Villarreal de P., L.M. 05061, 12 Aug., 1973. (IBUG)**; Mpio: Zapopan. Cerro Tepopote, La Primavera, 22 km al W de Guadalajara. 1600-1700 m. **Díaz-Luna, C. 00379, 4 Sep., 1967. (ENCB)**; Mpio: Zapopan. Mesa Colorada. 1590 m. Campo abierto en los remansos de arroyo temporal. **Rodríguez, A. con Suárez, J. 01444, 19 ago., 1988. (ENCB, IBUG, IEB, MEXU)**; Mpio: Zapopán. Cerro Pelón de Tesistán. 1650 m. Suelos secos. **Villarreal de P., L.M. 01746, 14 Aug., 1968. (IBUG, IEB)**; Mpio: Zapotlanejo. Near km 58, road from Zapotlanejo, ca 7 miles west-northwest of Tototlán; elevation ca. 1800 m. In standing water. **McVaugh, R. con Loveland, H. and Phippen, R. 17306, 24 Aug., 1958. (IEB)**; **MÉXICO**: Chapingo-Chimalhuacán. Orilla del Lago de Texcoco, lugar pantanoso. **Matuda, E. 28681, 5 jul., 1953. (MEXU)**; Mpio: Huehuetoca. Huehuetoca. 2300 m. En depósito detenido de agua medio sombreado en tierra calcárea. **Matuda, E. 23536, 30 sep., 1951. (MEXU)**; Mpio: Huehuetoca. Huehuetoca. 2400 m. En ladera seca, calcárea, rocosa. **Matuda, E. 26653, 24 ago., 1952. (IEB, MEXU)**; Mpio: Nicolás Romero. Colonia Libertad. 2200 m. Pastizal, cañada dentro del agua. **Ventura, A. 03315, 10 sep., 1978. (CHAPA, ENCB, MEXU, MICH)**; Mpio: Temascaltepec. Chorrera. 1230 m. In the water. **Hinton, G. 04579, 24 Aug., 1933. (G, MEXU(Foto ex G))**; Mpio: Temascaltepec. Volcán. 1500 m. In the crater lake. **Hinton, G. 04680, 1 Sep., 1933. (G, GH, MEXU(Foto ex G), MO)**; Mpio: Tepotzotlán. Presa de la Concepción. 2400 m. En estanque pequeño. **Camacho, I. 9-02912, 29 Sep., 1979. (ENCB)**; Mpio: Tepotzotlán. Cerca de la Presa de la Concepción. 2400 m. Orilla de un pequeño charco. **Rzedowski, J. 21483, 19 Oct., 1965. (ENCB)**; Mpio: Tepotzotlán. Cerro de la Cruz, 6 km al N de Tepotzotlán. 2400 m. Pozas a lo largo del arroyo. **Rzedowski, J. 37041, 12 oct., 1980. (ENCB, IEB, MEXU)**; **MICHOACAN**: Ejido Parácuaro, km 10 carretera Parácuaro. aprox. 400 m. En cultivo de arroz. **Rodríguez, C. con Agundis, O. y Espinoza, J. 01052, 5 Abr., 1974. (CHAPA)**; Mpio: Coalcoman. Coalcoman. 1000 m. In a pond. **Hinton, G. con et al. 12149, 9 Jul., 1938. (GH, M, MICH, MO)**; Mpio: Erongarícuaro. Al NE de Puácuaro. 2100 m. **Díaz-Barriga, H. 06264, 17 Aug., 1990. (IEB)**; Mpio: Huetamo. Santa Cruz. 200 m. In a lake. **Hinton, G. et al. 06433, 13 Aug., 1934. (G, MEXU(Foto ex G), MO)**; Mpio: Morelia. Loma del Zapote, Morelia. 1950 m.

Arsène, Bro. G. 03033, 11 Jul., 1909. (MEXU(2)); Mpio: Morelia. Desviación Tiripetio-Acutzio del Canje. Charca temporal. **Díaz-Barriga, H. con García, E. 06982**, 17 Jul., 1992. (UAMIZ); Mpio: Morelia. Camino al Cerro Pico Azul de Jesús del Monte. 2200 m. Pastizal, dentro del agua, orilla del camino. **Escobedo, M. 01934**, 18 Sep., 1990. (UAMIZ); Mpio: Morelia. Campos de la Ciudad Universitaria, Morelia. 1920 m. Sitios encharcados y lodosos. **Zamudio, S. 05421**, 12 ago., 1987. (ENCB, IBUG, IEB, MEXU); Mpio: Panindícuaro. Crucero a Curimeo, carretera Zacapu-Villachuato. 1750 m. Dentro del agua. **Pérez, E. con García, E. 01285**, 22 Jun., 1990. (IEB); Mpio: Pátzcuaro. Cerro los Lobos. 2200 m. En pequeñas charcas temporales. **Díaz-Barriga, H. 06336**, 6 Sep., 1990. (UAMIZ); Mpio: Pátzcuaro. km 3 carretera Pátzcuaro-Uruapan. Cerros Tzetzenguaru. 2040 m. Llanos inundables. **López, A. con Espejo, A. 01356**, 18 Aug., 1990. (IEB, UAMIZ); Mpio: Puruándiro. El Sabino de Buenavista. 1900 m. Dentro del agua. **Pérez, E. con García, E. 01752**, 31 Ago., 1990. (IEB, UAMIZ); Mpio: Uruapan. 13 miles S of Uruapan, Mexico Highway # 46. **Barr, R. con Dennis, A. y Hevly, R. 62-649**, 9 sep., 1962. (MEXU); Mpio: Zináparo. Aprox. 4 km al S de Zináparo. 2100 m. Arroyo encharcado, dentro del agua. **Pérez, E. con García, E. 01576**, 7 Aug., 1990. (IEB); Mpio: Zitácuaro. Zitácuaro. 2000 m. Marsh. **Hinton, G. con et al. 13200**, 9 Jun., 1938. (ENCB, G, GH, M, MICH, MO); MORELOS: Valle del Tepeite. **Lyonnet, E. 01221**, Sep., 1933. (MEXU); Canales al borde de la carretera a 4 km al S de Acatlipa y 18 km al S de Cuernavaca. Creciendo en el borde de los canales de riego de un arrozal. **Novelo, A. 01061**, 26 jul. 1992. (MEXU); Sin localidad. En cultivo de arroz. **Rodríguez, C. con Agundis, O., Martínez, A. y Nuñez, J. 01101**, 1963. (CHAPA); Near Cuernavaca. **Rose, J. con Painter, J. 06929**, Sep., 1903. (GH); Mpio: Amacuzac. Terreno inundado junto a la carretera de San Gabriel de las Palmas a Michapa a la altura de la desviación a Apancingo. 1130 m. **Ortiz, M. 00118**, 16 sep., 1978. (ENCB, MEXU); Mpio: Emiliano Zapata. 600 metros sobre la desviación Tetecatitla, a partir del camino Zapata-Zacatepec. 1200 m. Arrozales. **Espejo, A. 02521**, 18 Jul., 1986. (UAMIZ); Mpio: Jonacatepec 7 km al SE de la desviación a Tlayecas-Tlayca. 1360 m. A orillas de cultivo de *Shorgum* con *Guazuma e Ipomoea*. **Flores, G. 00267 con Cabrera, E.** 18 Oct., 1986. (MEXU); Mpio: Tlaquiltenango. Camino a las ruinas cercanas a Chimalacatlán. 1400 m. **González, M. 00010**, 28 jul., 1974. (BM, ENCB, MEXU, MO); NAYARIT: Steep mountainsides 2 miles northeast of Santa María del Oro, in the basin de la Laguna;

elevation ca. 1000 m. 850 m. Moist sand near stream, and shallow water. **McVaugh, R. con Feddema, Ch. and Pippen, R. 19065**, 24 Aug., 1958. (IEB); Mpio: Huajicori. 8 km al N de Huajicori, carretera a Quiviquinte. 100 m. **Ramírez, R. con Flores, G. 00658**, 14 sep., 1990. (ENCB, MEXU); Mpio: La Yesca. 13 km al SE de Puente de Camotlán, camino a Huajimic. 1230 m. **Tenorio, P. con Flores, G. 16678**, 26 oct., 1989. (IBUG); Mpio: Nayar. 1 km al SE de la Mesa del Nayar, río Santiago, rumbo a las Pestañas. Creciendo a 4 cm de profundidad en una posita formada en rocas. **Bonilla, J. con Dorado, O. & Ramírez, R. 00712**, 12 Ago., 1989. (HUMO); Mpio: Nayar. Mesa del Nayar. Charca formada por la lluvia sobre el camino de terracería en el pueblo. **Bonilla, J. con Dorado, O. & Ramírez, R. 00715**, 13 Ago., 1989. (HUMO); Mpio: Nayar. Alrededores del poblado de la Mesa de Nayar. 1490 m. **Ramírez, R. con Flores, G. 01099**, 7 Sep., 1991. (ENCB); Mpio: Nayar. Alrededores del poblado de la Mesa de Nayar. 1490 m, **Ramírez, R. 01100 b con Flores, G. 7 Sep.**, 1991. (MEXU); Mpio: San Pedro Lagunillas. Borde NW de San Pedro Lagunillas, a aproximadamente 60 km al SE de la Ciudad de Tepic. 900-1000 m. Creciendo tanto en el borde de la laguna en suelo muy húmedo así como en los canales que la alimentan. **Novelo, A. 00894**, 26 oct., 1989. (MEXU); OAXACA: Roadside ditches in Tepanatepec along Mexican Highway 190 at the southern end of the Isthmus of Tehuantepec. 400 ft. (aprox. 120 m). **Breedlove, D. con Raven, P. 13667**, 20 Oct., 1965. (ENCB, MICH); Along the Trans-Isthmian Highway (route 185), 21 kilometers south of the Village of Matías Romero. 50 m or less. Growing in moist clay. **King, R. 00658**, 23 Jul., 1958. (ENCB, MICH); Mpio: San Felipe Usila. En Arroyo Tiguera, senda Paso Escalera. 70 m. Zona plana con períodos inundables. **Calzada, I. 14939**, 15 oct., 1989. (MEXU (2)); PUEBLA: Lau Baltazar. **Arsène s/n**, 14 Sep. 1910. (G); San Baltazar, prés Puebla. 2140 m. **Hno. Nicolás, G. 00698**, 14 Sep., 1910. (MEXU(Foto ex K(2))); San Baltazar, Vicinity of Puebla. 2140 m. **Hno. Nicolás, G. 05490**, 14 Sep., 1910. (MEXU, MO); San Baltazar, prés Puebla. 2140 m. **Hno. Nicolás, G. s/n**, 14 Sep., 1910. (MEXU(Foto ex K)); San Baltazar, Vicinity of Puebla. 2140 m. **Hno. Nicolás, G. s/n**, 14 Sep., 1910. (MEXU(Foto ex G)); San Diego. **Paray, L. 02101**, 1 Sep., 1956. (ENCB); La Mesa de San Diego. Lugares pantanosos. **Ramírez, D. 00559**, Mar., 1951. (MEXU); QUERETARO: Camino entre carretera a México y Amealco, pasando Galindo. 2150 m. Charco al lado de una milpa, al borde y dentro del agua. **Argüelles, E. 00535**, 4 Sep., 1976. (MEXU); Poblado Puerto Alegre,

13 km de la carretera Querétaro a Amealco. 2050 m. Creciendo en el borde de la laguneta temporal. **Novelo, A. con Calzada, I. 01081**, 10 sep. 1992. (MEXU); Cerca de San Bartolo, 8 km al E de Amealco, sobre la carretera a Aculco. 2600 m. Orilla de un estanque natural. **Rzedowski, J. 48630**, 15 Aug., 1989. (IEB); Alrededores de Huimilpan. 2300 m. Lugares encharcados; planta parcialmente sumergida. **Rzedowski, J. 48905**, 10 Sep., 1989. (IEB); Mpio: Amealco. Cerca de Quiotillos. 2250 m. Orilla de un estanque natural. **Rzedowski, J. 51191**, 24 Oct., 1991. (UAMIZ); Mpio: San Juan del Río. Pequeña laguneta a 10 km al N de Amealco, rumbo a la autopista de Querétaro. Aprox. 1900 m. Creciendo en los bordes de la laguneta. **Novelo, A. 00778**, 25 Jul., 1986. (MEXU); SAN LUIS POTOSI: Chiefly in the Region Central San Luis Potosí. 6000-8000 ft. **Parry, C. con Palmer, E. 00899**, 1878. (BM, G, MEXU(Foto ex G y Foto ex K), MO(2)); San Luis Potosí. **Schaffner, J. 00250**, 1879. (M); San Luis Potosí, In paludosis circa Morales. **Schaffner, J. 00519**, 1876. (A, GH, MEXU(Foto ex K)); San Luis Potosí. **Schaffner, J. 00632**, 1879. (M); San Luis Potosí. **Schaffner, J. s/n**, 1875-1879. (M); San Luis Potosí [Prope ladrillera]. **Schaffner, J. s/n**, 1880. (GH, MEXU(Foto ex K)); Mpio: San Luis Potosí. **Schaffner, J. 00516**, 1876. (MEXU(2)); SINALOA: **Bravo, H. 34-924**, Sep., 1931. (MEXU); 12-15 km. southeast from Mazatlan, warm pool along road. 25 m. Pool. **Worth, C. con Morrison, J. 08809**, 4 Aug., 1938. (G, GH, MEXU(Foto ex G(2)), MO); Mpio: Culiacán. Sanalona Reservoir E of Culiacán. 820 ft. In shallow pool of water behind dam. **Ownbey, F. con Ownbey, G. 01885**, 25 Sep., 1953. (GH, MICH); Mpio: Culiacán. Carretera Culiacán-El Dorado el Quemadito, orilla de carretera. 30 m. Lugar pantanoso. **Vega, R. 01099**, 10 sep., 1982. (IBUG); Mpio: Elota. El Norote, La Cruz, Mazatlán. 10 m. En terreno muy húmedo. **González, J. 05930**, Nov., 1925. (M); Mpio: Mazatlán. 19 Km adelante de Mazatlán rumbo a Tepic. 8 Km antes de llegar a Villa Unión. **Espejo, A. con López, A. 04162**, 10 Ago., 1990. (UAMIZ); SONORA: Fronteras. **Hartman, C. 00982**, 25-29 Sep., 1890. (GH); In water hole. **Thurber, G. 01085**, S/F. (GH); Rancho la Puerca, between Hermosillo and Tastiota. In shallow water at edge of reservoir. **Wiggins, I. con Rollins, C. 00284**, 4 Sep., 1941. (GH, MICH, MO); Water hole on red clay bajada 10 mi. S. of Divisaderos. 1910 ft. In water hole. **Wiggins, I. 07462**, 25 Sep., 1934. (GH, MICH); Mpio: Huatabampo. Broad shallows ponds along Mexico Highway 15, 5 miles N of Estación Don. 200 ft.. **Breedlove, D. con Thorne, R. 18637**, 7 oct., 1970. (MEXU, MICH, MO); Mpio: Navajoa. In pools

along Arroyo Alamos, 5.5 miles SE of Alamos. **Warren, P. con Anderson, L. & Schwalbe, C. s/n**, 22 sep., 1984. (MEXU); **TAMAULIPAS**: 15 km al W de Tampico, sobre la carretera a Ciudad Valles. 12 m. Laguna seca, fondo fangoso, agua dulce en ciertas partes. **García, D. s/n**, 4 Feb., 1968. (ENCB); Mpio: Aldama. Nuevo Progreso Río La Esperanza. 150 m. Enraizada en el lodo. **Martínez, M. 01415**, 29 oct., 1986. (MEXU); **VERACRUZ**: Orizaba. **Botteri s/n, s/f. (GH)**; Canal prie río. **Gouin, M. 00067**, 27 apr., 1867. (MEXU (Foto ex K)); Km 8 carretera Tres Valles. **Chavelas, P.J. con Pérez, J.L. 00337**, 30 oct., 1964. (ENCB(2), MEXU); Pr. Mirador. 3000-3800 ft. **Hohenacker, E. s/n, s/f. (G, MEXU(Foto ex G))**; Zacuapan. **Linden, J. 00055**, 1839. (MEXU(Foto ex K(2)), MICH); Lugares empantanados (ciénega) cercana al Pozo de Arena a 12 km al SE de Ignacio de la Llave. **Lot, A. 02493**, 23 ago., 1977. (ENCB, MEXU); Orizaba. **Müller, F. con Schlumberger, H. 00454, s/f. (BR)**; Orizaba. **Müller, F. con Schlumberger, H. 01565, s/f. (BR)**; Vera Cruz to Orizaba. **Nassen 00457 con Müller, F.**, 1859. (MEXU (Foto ex K)); 1 km antes encinar carretera Puente Nacional a Huatusco. 700 m. Encinar, cerca laguna. **Nevling, L. con Gómez-Pompa, A. 02392**, 5 ago., 1971. (GH, MEXU); Cosamaloapan en las afueras de la población. 10 m. A orillas del río en terrenos pantanosos. **Palacios, R. s/n**, 10 Ago., 1968. (ENCB, MICH); Mpio: Cosamaloapan. Playa de Vaca, km 1 carretera a Cosamaloapan. 15 m. Bajiales. **Martínez, G. 01045-A**, 30 Ago., 1966. (A, BM, MEXU); Mpio: Dos Ríos. Cerro Gordo. 570 m. Dentro del agua. **Ventura, F. 03699**, 14 Jun., 1971. (ENCB, MICH); Mpio: Paso de Ovejas. Tolomé. 0 m. Dentro del agua. **Ventura, F. 10844**, 25 ene., 1975. (ENCB, MEXU); Mpio: Puente Nacional. La Ceiba. 250 m. Orilla de arroyo. **Ventura, F. 09066**, 1 oct., 1973. (ENCB, HUMO, MICH); Mpio: Totutla. Mata oscura. 800 m. Crece en lugares pantanosos. **Ventura, F. 07070**, 30 Sep., 1972. (ENCB, MICH); **YUCATAN**: Selva cerca de la carretera que va de Sisal a Hunucmá, a 5 km al SE de Sisal. 50 m aprox. Creciendo en las pequeñas charcas que se hacen entre la selva y que en esta época casi están secas. **Lot, A. con Novelo, A. 01400**, 30 oct., 1984. (MEXU); Mpio: Hunucmá. 10 Km antes de Sisál, saliendo de Hunucmá. 5 m. A la orilla de zonas inundables. **Espejo, A. con Pérez, B., Pacheco, L. y Gómez, L. 01280**, 28 Oct., 1984. (UAMIZ); **ZACATECAS**: A 20-25 km al WSW de San Juan Capistrano, camino a Jesús María. En charco. **Télez, O. con Flores, G. 11638**, 7 Nov., 1988. (MEXU).
SIN ESTADO: **Fendler, A. 00852**, 1847. (BM).

8. *H. seubertiana* Solms-Laub., in A. DC., *Monogr. Phan.* 4: 518 (1882). *Schollera seubertiana* (Solms-Laub.) Kuntze, *Rev. Gen. Pl.* 2: 719 (1891). Tipo: Brasil, Goyaz "Crescit ad Rio Maranhao", *Pohl s.n.* (lectotipo designado por Horn, no publicado BR; isolectotipo M; fototipos F! ex M y MO! ex M).
- Eichhornia graminea* Seub. in C. Martius *Fl. Bras.* 3(1): 91 (1847). Tipo: Brasil, Goyaz "Crescit ad Rio Maranhao", *Pohl s.n.* (lectotipo designado por Horn aunque no está publicado BR; isolectotipo M; fototipos F! ex M y MO! ex M).
- Hydrothrix barrosoana* Machado, *Rev. Brasil Biol.* 7(1):124 (1947). tipo: Brasil, Pernambuco "in aquis", *Lützelburg 1592* (holotipo RB).

Plantas enraizadas, anuales; tallos delicados, simpodiales, erectos o flotantes, ramificados. Hojas basales o alternas, sésiles; estípulas ca. 1 cm, el ápice redondeado; láminas 3-7 x 0.3-0.6 cm, sumergidas o emergentes, linear-lanceoladas, el ápice agudo. Inflorescencia espiciforme, con (2-)6-9 flores, solitarias, alternas a lo largo del pedúnculo, sésiles; pedúnculo (1)5-7 cm, delgado, comúnmente pubescente; entrenudo entre las espatas (1)2-3.5 cm; lámina de la espata inferior 3-7 x 0.3-0.6 cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior 0.8-1.5 cm, abierta desde la base, ápice mucronulato. Flores zigomorfas, ca. 1 cm. En los ejemplares mexicanos el perianto es morado pálido o raramente blanco (en Brasil amarillo), piloso externamente; lóbulos externos ca. 3 mm, lóbulos internos ca. 3 mm, arreglados 5 + 1. Filamento de la antera grande ca. 1.5 mm, ligeramente dilatado, glabro, de las anteras chicas ca. 1 mm, glabros, inflados en su parte media; antera grande ca. 0.6 mm, violácea; anteras chicas ca. 0.2 mm, amarillas. Pistilo ca. 9 mm, estilo glabro; estigma fimbriado, violáceo. Cápsulas 5-6 mm; semillas 0.5 x 0.4 mm, con 13-14 costillas. Números cromosómicos $2n=16, 48$.

Habita en charcas estacionales. Altitud 0-700 m. Se distribuye en el sureste de México, Venezuela y noreste de Brasil. En México se le conoce de Chiapas, Quintana Roo y Yucatán. Figura 38.

Sintipos de *Heteranthera seubertiana*: Brasil, Ceara, Rio Salgado, near Lavras, *Gardner 1864* BM!; G!; fototipos MEXU! ex BM y G; Brasil, Bahia *Blanchet*

2740 BM; K; P; fototipos MEXU! ex BM y K; Brasil, *Burchell 7974 K*).
 Sintipo de *Eichhornia graminea*: Brasil, Ceara, Rio Salgado, near Lavras, *Gardner 1864 BM!*; GI; fototipos MEXU! ex BM y G).

Ejemplares examinados:

CHIAPAS: Mpio: Villa de Corzo. 56 km S of Mexican Highway 190 near junction to Jerico on road to Nueva Concordia. 700 m. **Breedlove, D. con Davidse, G. 54427**, 2 nov., 1981. (MEXU); Mpio: Angel Albino Corzo. Planos inundables en la intersección de la carretera a Jerico, aproximadamente a 50 km al sureste de Tuxtla Gutiérrez. 600 m. Creciendo sobre suelo seco al borde de un dren que cruza la carretera. **Novelo, A. 01286 con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 20 Oct., 1994.** (MEXU); QUINTANA ROO: San Miguel, Cozumel Island. In water hole in forest. **Steere, W. 02938**, 6-8 ago., 1932. (MICH); YUCATAN: Progreso. In fresh water pool. **Steere, W. 03094**, 11-15 aug., 1932. (GH, MICH).

9. *H. spicata* C. Presl, *Symb. bot.* 1: 18 (1830). *Schollera spicata* (C. Presl) Kuntze, *Rev. Gen. Pl.* 2: 719 (1891). Tipo: Cuba, *Poeppig s.n.* (holotipo PR; isotipos HAL!; GI(2); MI; BR; fototipos MEXU! ex G, HAL y M).

Plantas enraizadas, anuales; tallos delicados, simpodiales, erectos. Hojas basales; estípulas hasta de 4 cm, ápice emarginado, pecíolos 3-15 cm, no inflados, pubescentes en la inserción con la lámina, láminas emergiendo sobre el agua, (1-)3-6 x (0.5-)2-4 cm, ovadas a lanceoladas; base cordata, pubescente; ápice agudo. Inflorescencia espiciforme, con 5-30 flores, solitarias, alternas a lo largo del pedúnculo, sésiles; pedúnculo 3-15 cm, delgado, pubescente; entrenudo entre las espatas nulo; lámina de la espata inferior (1-)3-6 x (0.5-)2-4 cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior 0.8-2 cm, abierta desde la base, ápice mucronulado. Flores zigomorfas, 0.4-0.6 mm; perianto blanco, rara vez azul pálido, piloso externamente, lóbulos externos ca. de 2 mm, lóbulos internos ca. de 2 mm, arreglados 5 + 1. Filamento de la antera grande ca. de 1 mm, de las anteras chicas ca. de 1 mm; antera grande 0.5-0.6 mm, amarilla, anteras chicas 0.25-0.35 mm, amarillas; pistilo hasta de 3 mm; estilo



Figura 44. *Heteranthera spicata* Presl, a) planta completa, b) flor, c) pistilo, d) cápsula, e) corte longitudinal del fruto, f) corte transversal del fruto, g) semilla, h) corte transversal de la semilla. Dibujo tomado de *Symbolae Botanicae*, tab. 10 (1830).

glabro; estigma capitado. Cápsulas 0.5-0.6 mm; semillas 0.35-0.45 x 0.2-0.3 mm, con 10-12 costillas. Número cromosómico $2n=16$.

Habita en charcas temporales a los lados de la carretera y pantanos estacionales. Altitud 0-100 m. Se distribuye en el occidente de México y de Nicaragua a Sudamérica y las Antillas. Figuras 38 y 44. En México se le conoce de una sola colecta de Jalisco.

Ejemplares examinados:

JALISCO: Deciduous forest near the new road 4, 22 km northwest of río San Nicolás and 24-40 km southeast of Tomatlán. 25-75 m. On drying mud in woodland depressions, 9 km north of the river. **McVaugh, R. 25268** 11 Dec., 1970. **(MICH)**.

Posibles híbridos putativos de *Heteranthera peduncularis* X *H. reniformis*

Durante la revisión de los ejemplares de herbario, se encontraron algunos que no correspondían totalmente con alguna de las especies aquí consideradas; sin embargo, presentaron algunas características pertenecientes a alguna de las dos especies de *Heteranthera* y algunas otras, fueron intermedias. A continuación se mencionan los ejemplares que se encuentran en esta situación y se especifica a que especie corresponde el carácter o si éste es intermedio.

Ejemplares examinados:

MICHOACÁN: Mpio: Morelia. Alrededores del balneario Cointzio, cerca de la Minzita. 1950 m. Terrenos encharcados a la orilla de la presa. **Rzedowski, J. 43582**, 9 jul., 1987. **(IEB, ENCB, MEXU)**; Características de *H. reniformis*: estigma lateral, estilo glandular pubescente, entrenudo entre las espatas evidente, nudos con varias hojas. Características de *H. peduncularis*: perianto de color morado, pedúnculo más largo que la espata superior, perianto externamente glandular-pubescente. Características intermedias: forma y tamaño de las hojas, proporción entre el tamaño de las anteras. **MORELOS:** Mpio: Jiutepec. Balneario las Fuentes, aprox. 8 km al E de Cuernavaca sobre la carretera a Yautepac. 1550 m. Creciendo en las partes inundadas del borde del río. **Novelo, A. 01097**, 4 oct. 1992. **(MEXU)**. Características de *H. reniformis*: duración perenne (se mantuvo en cultivo en un invernadero por más de un año), pubescencia del

estilo. Características de *H. peduncularis*: hojas alternas, una por nudo, ápice de las hojas y la espata inferior, número de flores por inflorescencia, flores externamente piloso glandulares, color de los tépalos, estigma apical. Características intermedias: proporción largo:ancho de las hojas y las espata inferior, entrenudo entre las espatas, largo de la espata superior, largo del pedúnculo floral, relación del tamaño de las anteras. Por otro lado, se observaron los granos de polen con el colorante Cotton blue y la tinción fue negativa. Todos los granos estaban deformes y de diferente tamaño. También es importante mencionar que la espata superior nunca se abrió, por lo que las flores no pudieron salir; Mpio: Jiutepec. Manantial Las Fuentes, a 2 km al SE de Jiutepec. 1340 m. Creciendo a 20 cm de profundidad en los bordes, lugar protegido. **Bonilla, J. 00245**, 9 may., 1986. (**HUMO**); **NAYARIT**: Mpio: Jalisco. Ojo de Agua en el poblado de Pantanal, 5 km al SE de Jalisco. 800 m. Creciendo en el borde del riachuelo, en agua limpia. **Novelo, A. con Téllez, O. 00969**, 1° feb., 1991. (**MEXU**); Características de *H. reniformis*: estigma lateral, estilo glandular pubescente, pedúnculo floral más pequeño que la espata superior, algunas inflorescencias con flores de color blanco. Características de *H. peduncularis*: algunas inflorescencias con flores de color morado, espata superior igual en forma y tamaño, perianto externamente glandular pubescente. Características intermedias: proporción de la antera grande: anteras chicas, entrenudo entre las espatas muy pequeño (1 mm), número de flores (7) las cuales no alcanzaban a salir de la espata superior. Los granos de polen no se tiñeron con el colorante Cotton blue, estaban deformes y de diferentes tamaños.

Pontederia L.

Reussia Endl., *Gen. Pl.* 1: 139. (1836)

Hierbas comúnmente perennes; tallos postrados sobre el agua o erectos, rizomatosos. Hojas sumergidas, emergentes o ambas, basales o alternas; estípula membranosa, larga y persistente; pecíolo nunca inflado; láminas de las hojas sumergidas lineares y membranosas, las de las emergentes lanceoladas, ovadas a obladas; base truncada, cordata a sagitada; ápice obtuso a agudo. Inflorescencia espiciforme o pseudoespiga, con muchas flores, dispuestas en pequeños grupitos a lo largo del pedúnculo, sésiles;

pedúnculo grueso, generalmente pubescente; con entrenudo entre las espatas; lámina de la espata inferior igual en tamaño y forma a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior infundibuliforme. Flores zigomorfas, perianto blanco o coloreado, externamente piloso-glandular, lóbulos 6, los 3 externos generalmente más angostos que los internos, margen entero. Estambres 6; filamentos pubescentes, heterodínamos, insertos a distintas alturas; anteras homomorfas o ligeramente heteromorfas; pistilo con nectarios septales; ovario unilocular por la aborción de dos lóculos; placentación apical; estilo homo o heterostilo; estigma trilobado, cada lobo bifido. Utrículo uniseminado, indehiscente, rodeado por la base endurecida del perigonio que presenta los márgenes de las costillas dentados, espinosos o lisos, madurando arriba o por debajo del agua; semilla solitaria, lisa, sin costillas longitudinales. Números cromosómicos $2n=8$ y 16 ; $2n=16$ y 30 .

Género con 5 especies distribuidas a través de las regiones tropicales, subtropicales y templadas del continente americano. En México 2 especies.

CLAVE PARA LA IDENTIFICACION DE LAS ESPECIES DE *PONTERERIA* EN MEXICO

1. Hojas circulares a reniformes, base cordata; utrículos con los márgenes de las costillas espinosos. *1. P. rotundifolia*
1. Hojas ovadas a lanceoladas, base sagitada; utrículos con los márgenes de las costillas lisos. *2. P. sagittata*

1. *P. rotundifolia* L.f., *Suppl. pl.* 192 (1782). *Reussia rotundifolia* (L. f.) Castell., *Lilloa* 25: 593 (1951). Tipo: Surinam, *Dafn]lberg s.n.* (lectotipo designado por Lowden (1973) LINN, microficha MEXU! No. 407.2).

Pontederia cordifolia C. Martius in Roemer & Schultes, *Syst. veg.* 7: 1142 (1830). Tipo: Brasil. "Crescit in Brasiliae mediterraneae stagnis", *Martius s.n.* (holotipo M; fototipos NY y US ex M).

Pontederia grazielae Machado, *Rev. Brasil Biol.* 7(1): 177 (1947). Tipo: Brasil, Bahia, "In aquis", *Ducke 55083* (holotipo RB).

Plantas enraizadas, perennes; tallos gruesos, flotando sobre la superficie del agua o rara vez erectos. Hojas sumergidas dísticas, las emergentes alternas; estípulas de las hojas emergentes 10-18 cm, ápice emarginado, pecíolos 15-30 cm, no inflados, comúnmente rojizos; lámina de las sumergidas 0.5 x 4 cm, lineares, membranosas, de las emergentes 4.5-20 x 5-16 cm, circulares a reniformes; base cordata; ápice obtuso a redondeado. Inflorescencia una espiga, generalmente con menos de 50 flores, dispuestas en grupitos de 2 a 4 a lo largo del pedúnculo, sésiles; pedúnculo 2-3.5(-5) cm, menos de dos veces el tamaño de la espata superior, grueso, pubescente, con pelos transparentes y lineares hasta de 4 mm de longitud; entrenudo entre las espatas (4.5-)-6-10(-14) cm; lámina de la espata inferior 4.5-20 x 5-16 cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior 1.8-3(-3.7) cm, abierta desde la base, ápice mucronulado. Flores ca. de 1.5 cm; perianto lila, rara vez blanco, piloso externamente, velutino hacia la base del perigonio, lóbulos externos ca. 1.2 cm, lóbulos internos ca. 1.2 cm, arreglados 3 + 3. Filamentos largos ca. 8 mm, pilosos en el ápice, los cortos ca. 1.5 mm, pilosos en el ápice; anteras del verticilo superior 0.8-1 mm, azuladas, anteras del verticilo inferior 0.6-0.8 mm, azuladas; pistilo hasta de 1.5 cm; estilo piloso en el ápice; estigma trilobado. Utrículos 4-5 mm, con los márgenes de las costillas espinosos; semillas 2.5-2.6 mm, lisas, elipsoides, sin mucilago. Números cromosómicos $n=16$, $2n=30$.

Habita en los bordes de ríos y en aguas abiertas de lagos y lagunas. Altitud 0-800 m. Se distribuye desde el sur de México hasta la Argentina. En México se distribuye en los estados de Guerrero, Oaxaca y Veracruz. Figuras 45 y 46.

Ejemplares examinados:

GUERRERO: Río Barajilla o Viejo, 2 km al W de Cajinicuilpan. En el río. **Lachica, F. con Sánchez, F. Fat-02121**, 17 dic., 1965. (**CHAPA, ENCB, MEXU**) ; **OAXACA:** Mpio: Cacahuatpec. Río que atravieza la carretera a 39 km al norte de la carretera 200, rumbo a Putla de Guerrero. **Novelo, A. 0 1380 con Philbrick, T.; Crow, G. y Oropeza, N. 8 Dic., 1994. (MEXU);** Mpio: La Reforma. 1 km al N del río Tigre, distrito de Putla. 800 m. Orilla de arroyo. **López, R. 00630**, 13 jun., 1985. (**MEXU**); **VERACRUZ:** Salto de Eyipantla, a 8 km de Sihupán, San Andrés Tuxtla. 200 m. Borde anegado del río en



Figura 45. *Pontederia rotundifolia* L.f., a) rama florífera, b) aspecto de la planta, c-e) flores braquí, meso y dilicostilas abiertas, f) antera de uno de los estambres inferiores, g) antera de uno de los superiores, h) fruto con el antocarpio, i) semilla, j) semilla sin la testa, k) corte longitudinal de la misma para mostrar la posición del embrión. Dibujo tomado de Las Pontederiaceas de Brasil, tab. 16 (1959).

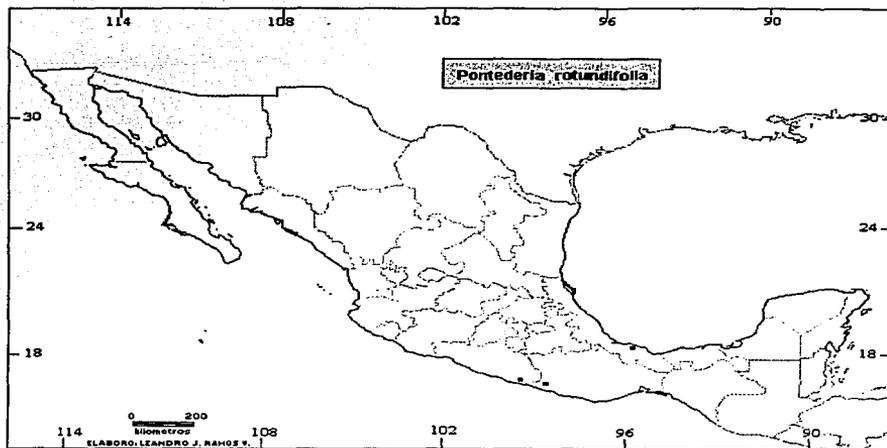


Figura 46. Mapa de distribución de *Pontederia rotundifolia* en la República Mexicana.

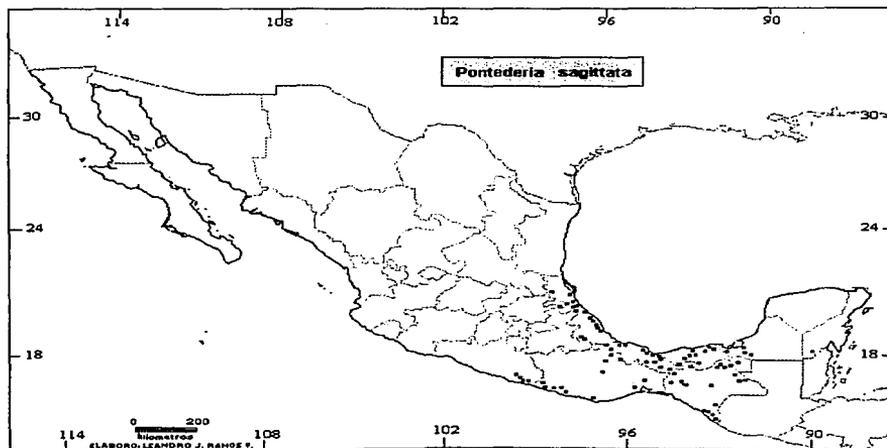


Figura 47. Mapa de distribución de *Pontederia sagittata* en la República Mexicana.

lodo, a 25 cm de profundidad. **González, M. 00297**, 11 ene., 1980. (**MO(2)**); Mpio: San Andrés Tuxtla. Cascada de Eyipantla. 250 m. En lugares encharcados. **Espejo, A. con López, A. 03006**, 20 nov., 1987. (**MEXU, UAMIZ**); Mpio: San Andrés Tuxtla. Salto de Eyipantla, aprox. 10 km al suroeste de San Andrés Tuxtla. 170 m. Creciendo en el borde del río, cerca del salto del agua. **Novelo, A. con Calzada, I. 01090**, 13 sep. 1992. (**MEXU**).

2. *P. sagittata* C. Presl, *Reliq. Haenk.* 1: 116 (1827). *P. cordata* L. forma *sagittata* (C. Presl) Solms-Laub., in A. DC., *Monogr. Phan.* 4: 533 (1882). *P. cordata* L. var. *sagittata* (C. Presl) Schery, *Ann. Missouri Bot. Gard.* 31: 157 (1944). Tipo: México, *Haenke s.n.* (lectotipo aquí designado PR! No. 45165a¹; isolectotipo PR! No. 45165b; fototipos MEXU! ex PR).

Plantas enraizadas, perennes; tallos erectos, rizomatosos. Hojas basales, emergentes; vainas 10-27 cm, ápice emarginado, peciolo hasta de 1 m, no inflados, algunas veces rojizos; láminas siempre emergiendo sobre el agua 8-32 x 5-19 cm, ovadas a lanceoladas; base sagitada; ápice agudo. Inflorescencia una pseudoespiga, con más de 50 flores, dispuestas en grupitos de 3, 4 ó más a lo largo del pedúnculo, sésiles; pedúnculo (6-)10-20(-22) cm, grueso, piloso a pubescente o rara vez glabro; entrenudo entre las espatas (3.5-)5-16(-20) cm; lámina de la espata inferior 8-32 x 5-19 cm, semejante en forma y tamaño a la lámina de las hojas no floríferas; espata superior (3-)4-7(-9) cm, abierta la mitad superior, ápice mucronulado. Flores ca. de 1.5 cm; perianto lila o rara vez blanco, externamente piloso-glandular, lóbulos externos ca. 6 mm, lóbulos internos ca. 6 mm. Filamentos largos 6-9 mm, con pelos glandulares dispersos en el

¹ Se designó como lectotipo al ejemplar marcado con el número 45165a debido a que coincide con la descripción original y es el que presenta restos de la infrutescencia con algunos utrículos maduros, a pesar de que el ejemplar está dañado aparentemente por insectos. El otro ejemplar (45165b) sólo presenta hojas y el material reproductivo ha sido destruido por los insectos.

tercio superior, los cortos 0.7-3.5 mm, con pelos glandulares dispersos en el tercio superior; anteras del verticilo superior 0.75-1 mm, amarillas, anteras del verticilo inferior 0.55-0.85 mm, amarillas; pistilo 3-6 mm; estilo piloso hacia el ápice; estigma trilobado. Utrículos 5-6 mm, deltiformes, con los márgenes de las costillas lisos; semillas 2.3-2.5 mm, lisas, obovoides, cubiertas por una capa mucilaginosa de aspecto aceitoso.

Habita en los bordes de ríos, lagunas, charcas y en pantanos. Altitud 0-1600 m. Nombres vulgares: Chilalaga (Ver.); flor de agua (Ver.); flor de pantano (Ver.); hoja de agua (Ver.); hoja de galápago (Ver.); lirio de laguna (Chias.); malango de agua (Ver.); pata (Gro.); pata de vaca (Tab.); patito (Gro.); platanillo (Gro.); popalillo (Ver.); reina de agua (Tab.); tule (Chias., Ver.). Uso: ornamental (Ver.). Se distribuye desde el sur de México a Panamá. En México se distribuye en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz. Figura 47.

Ejemplares examinados:

CAMPECHE: Río Candelaria a 8 km al oeste del poblado Candelaria, rumbo a la frontera con Guatemala. 20 m. En el río. **Lot, A. con Novelo, A. 00880**, 26 jul., 1979. **(MEXU)**; Cerca de Candelaria y Escárcega. 50 m. Orilla de laguna. **Matuda, E. 37480**, 15 ene., 1966. **(MEXU(2))**; Frente al poblado El Pital, sobre el río Mamantel. En el río. **Menéndez, F. 00528**, 6 sep., 1976. **(MEXU)**; Canal de Pemex, hasta un lugar denominado La Pera, a 48 km de Palizada, sobre el río Candelaria. 20 m. En el río. **Menéndez, F. 00537**, 7 Sept., 1976. **(MEXU)**; 11 km del entronque rumbo a Nueva Monclova, carr. Candelaria- Nueva Coahuila. 50 m. **Ramírez, R. con Flores, A. 00109**, 31 may., 1988. **(UAMIZ)**; **CHIAPAS:** Lacanjah-Chanzayab, 8 km al NW of Bonampak, by río Lacanjah. In river. **Chater, A. con Cabrera, E., Davidse, G. y Sousa, M. 00175**, 14 may., 1982. **(MEXU, MO)**; Escuintla. 80 m. Alrededores del pueblo. **Hilerio, L. s/n**, 19 nov., 1966. **(ENCB)**; Laguneta en el km 47 de la carretera Malpaso-Chontalpa. Laguneta. **Lachica, F. con Sánchez, F. Fal-01771**, 16 Apr., 1965. **(ENCB)**; Arroyo Claro a 33 km de Cintalapa, en los límites con Oaxaca. 1630 m. **Lachica, F. con Sánchez, F. Fal-01772**, 18 abr., 1965. **(MEXU)**; Laguna de Najhá a 22.5 km al S de la laguna de Metzabok, rumbo a Ocosingo. 830 m. Creciendo en los bordes más someros de la laguna y del río, aprox. a 1 m de profundidad. **Lot, A. con Novelo, A. 01324**, 25 ene., 1984. **(MEXU)**; Potrero inundado a 3 km al S de Ocozocauitla sobre la carretera

a Villa Flores. 760 m. **Lot, A. 02648**, 5 abr., 1983. (**MEXU**); Ruinas de Palenque. **Matuda, E. 03688**, 10-20 jul., 1939. (**F, GH, MEXU, MICH**); Aguas Calientes, Escuintla. In swampy wet sunny field. **Matuda, E. 16623**, 21 jun., 1947. (**BM, BR, F, MEXU**); Macuiltian Acapetahua. In swamp. **Matuda, E. 17469**, 22 feb., 1948. (**F, MEXU**); Islamapan, Huehuetan. 70 m. In swampy field. **Matuda, E. 17979**, 27 jun., 1948. (**CBE, F, MEXU, NY**); Fields along route 225, ca. 1 mile north of Suchiate. In shallow water, open sun. **King, R. 03430**, 20 jul., 1960. (**MICH, NY, US**); 11.3 km al norte y 8 km al oeste de Ocozocuatla (Parque Educativo "Laguna Belgica", km 19 a Malpaso. En los residuos de una laguna (pantano ahora). **Montúfar, A. 00048** 4 Mar., 1978. (**CHAPA**); Near the junction of rio Perlas and rio Jataté at San Quintin and near Laguna Miramar. 200 m. Growing in water. **Sohns, E. 01658**, 19 mar., 1955. (**MICH, NY, US**); Mpio: Catazajá. Marshes surrounding the Laguna de Catazajá near the highway between Villahermosa and Merida and E of the town of Bajadas Grandes. 125 m. **Breedlove, D. 28745**, 11 oct., 1972. (**MEXU, MICH, MO**); Mpio: Cintalapa. Dry slopes with Thorn Forest 3-5 km north of Cintalapa. 900 m. Dry slopes. **Breedlove, D. con Thorne, R.F. 30481**, 22 Dec., 1972. (**ENCB**); Mpio: Frontera Comalapa. 4-7 km W of Frontera Comalapa along the road to Chicomucelo. 750-850 m. In roadside ditch. **Davidse, G. 29982**, 18 nov., 1984. (**MEXU, MO**); Mpio: Huixtla. El Ejido de Santa Ana, 6 km de Huixtla, roadside drainage ditch. **Lowden, R. 00022M**, 4 sep., 1970. (**MICH**); Mpio: Huixtla. El Ejido de Santa Ana, 6 km de Huixtla, roadside drainage ditch., **Lowden, R. 00022J**, 4 sep., 1970. (**GH**); Mpio: Huixtla. El Ejido de Santa Ana, 6 km de Huixtla, roadside drainage ditch. **Lowden, R. 00022K**, 4 sep., 1970. (**NY**); Mpio: Juárez. Casablanca, 1 km al S. de estación Juárez. 120 m. Acuática. **Espejo, A. con Hernández, S. 01430**, s/f. (**UAMIZ**); Mpio: La Libertad. La Libertad. 50 m. Zona inundable. **Martínez, M. con Espejo, A. y Hernández, S. 00086**, 28 jul., 1984. (**UAMIZ**); Mpio: Las Margaritas. On the western side of Laguna Miramar east of San Quintin. 350 m. Tropical rain forest with *Pachira*, *Cedrela*, *Ficus* y *Bursera*. **Breedlove, D. 33134**, 11 feb., 1973. (**MO**); Mpio: Ocosingo. Tropical rain forest along small streams near the settlement of Lacanjá. 350 m. **Breedlove, D. 34529**, 2 apr., 1973. (**MEXU, MO**); Mpio: Ocosingo. A 5 km al S de la frontera Corozal, a orilla del río Usumacinta. 1200 m. **Martínez, E. 11414**, 3 abr., 1985. (**MEXU**); Mpio: Ocosingo. 1 Km al S de Naja camino a Monte Libano. 990 m. **Martínez, E. 17401**, 3 feb., 1986. (**MEXU**); Mpio:

Ocosingo. Orillas del río Lacanjá, 3 km al S del Centro Arqueológico Bonampak. 300 m. Crece abundantemente en zonas fangosas inundables. **Meave, J. con Soto, A. y Durán, R. B-186**, 17 ene., 1982. (ENCB, MEXU); Mpio: Ocozocoautla de Espinoza. Seasonal evergreen forest at large limestone sink called La Cima, 15 km W-NW of Ocozocoautla. 800 m. **Breedlove, D. 29040**, 15 oct., 1972. (DUKE, MEXU, MO, NY); Mpio: Ocozocoautla de Espinoza. Campamento Bajada del Macho, al N por la rivera del río Cintalapa, Reserva del Ocote. 380 m. Cañada del río. **Calzada, I. 09980**, 5 may., 1983. (MEXU); Mpio: Salto de Agua. Roadside pastures and savannas W of Catazaja on road to Villahermosa. 100 m. Growing in water. **Breedlove, D. con Davidse, G. 55284**, 10 nov., 1981. (MEXU); Mpio: Tapachula. La Escondida. 50 m. Terreno plano. **Ventura, E. con López, E. 00167**, 13 ago., 1984. (ENCB); GUERRERO: Along gravel road between Tierra Colorada and Xalpatlahuac, between Tierra Colorada and bridge over río Comitlan. 900-1000 m. **Croat, T. 45747**, 15 Jan., 1979. (MO); Tierra Colorada. En lugares cenagosos. **González, M. 00085**, jul., 1964. (MEXU); Mpio: Ayutla. San Felipe al SE de la Concordia, a unos 3 km. 640 m. **González, J. con Castañeda, J. 00144**, 23 abr., 1982. (MEXU); Mpio: Cuatepec. Costa Chica, San Agustín Cuilutla. 270 m. **Almazán, A. 00019**, 7 oct., 1986. (MEXU); MICHOACAN/GUERRERO: Envin. San Luis, [marais avoisinant la mer]. **Langlassé, E. 00928**, 27 feb., 1899. (G, GH, MEXU(Foto ex G)); OAXACA: 64 miles north of Tehuantepec. Bank of river. **Barkley, F. con Carr, D. 36209**, 7 ago., 1966. (GH); Río Tuxpan a 32 a 40 km de la Bocana entre Santa Rosalía y Tumbadero. **Chávez, E. Fal-2026**, 29 oct., 1965. (ENCB, MEXU); Tamiltepec. **Conzatti, C. 04434**, Dec., 1921. (MEXU, NY); La Guadalupe, 3 km al W de Boca del Monte, Dto. Santiago Choapan. 90 m. Potrero en arroyo de corriente baja. **García, A. 02914A**, 7 abr., 1987. (MEXU); Pinotepa Nacional. **Jurgensen, C. 00155**, Apr., 1845. (G, MEXU(Foto ex G(2))); District of Tuxtepec, Chiltepec and vicinity. About 20 m. **Martínez, G. 00076**, jul. 1940 - feb. 1941. (GH, MEXU); District of Tuxtepec: Chiltepec and vicinity. About 20 m. In llanos. **Martínez, G. 00494**, jul. 1940 - feb. 1941. (GH, MEXU); Naranja. **Miranda, F. 04214**, 12 sep., 1947. (MEXU); Planos inundados a 24 km al E de la desviación a Chacagua, aprox. 55 km al oeste de Puerto Escondido. 5 m. Creciendo en zona pantanosa. **Novelo, A. con Calzada, I. 01076**, 16 ago. 1992. (MEXU); Río Chichiuá a 14 km al NE de Lázaro Cárdenas, rumbo a Sta. María Chimalpa, Dto. Juchitán. **Rico, L. con Cedillo, R. 00402**, 25 may., 1982. (MEXU); Al

O de Sta. Catarina Mechoacan, brecha hacia San Agustín Chayuco, a 10 km del entronque con la carretera Pinotepa Nacional-Puerto Escondido Distrito de Jamiltepec. 320 m. **Tenorio, P. con Torres, R. 00222**, 6 abr., 1982. (MEXU); 1.5 km al N del Rosario y 13 km al N de Jamiltepec, camino a San José de las Flores. **Torres, R. con Villaseñor, J. 01644**, 22 oct., 1982. (MEXU); Mpio: Cacahuatpec. Río que atravieza la carretera a 39 km al norte de la carretera 200, rumbo a Putla de Guerrero. **Novelo, A. 01381 con Philbrick, T.; Crow, G. y Oropeza, N. 8 Dic.**, 1994. (MEXU); Mpio: Jamiltepec. Cercanías de Jamiltepec. 250 m. **Conzatti, C. con Standley 04434**, 10 dic., 1921. (MEXU, NY); Mpio: Juchitán. Sta. María Chimalapa, Matías Romero, Col. Cuauhtemoc-río Verde. 225 m. **Delgado, A. con Perino, H. & García, J. 00931**, 4 mar., 1978. (CHAPA, NY); Mpio: Juquila. 2 km north of San Gabriel Mixtepec. 725 m. Swift rocky stream, in muddy places. **McVaugh, R. 22416**, 13 feb., 1965. (ENCB, MICH); Mpio: San Felipe Usila. Río Brazuelos senda de arroyo Aguacate a San Felipe Usila. Orillas de arroyo con abundante sedimento en las orillas. **Calzada, I. 18014**, 19 sep., 1992. (MEXU); Mpio: San Felipe Usila. Río Brazuelos senda de arroyo Aguacate a San Felipe Usila. Orillas de arroyo con abundante sedimento en las orillas. **Calzada, I. 18015**, 19 sep., 1992. (MEXU); Mpio: San Gabriel Mixtepec. Cerro del vidrio. Dto. Juquila, sierra sur. 900 m. Orilla de canal. **López, R. 00829**, 23 oct., 1985. (IEB, MEXU); Mpio: San Sebastián Coatlán. Distrito de Miahuatlán, 11 km al E de Piedra Larga, pasando el campamento de la papelera Tuxtepec, camino a Miahuatlán. 1250 m. **Torres, R. con Téllez, O. 08574**, 16 jun., 1986. (IEB, MEXU); Mpio: Santa Martha Huatulco. Barra de Copalita, bahía de Huatulco. Dunas costeras. **Illescas, M. 00005**, 9 ene., 1991. (MEXU); Mpio: Sta. María Jacatepec. Carretera al río Monte Negro, entrada antes de la desviación a Playa Vicente. 150 m. **Calzada, I. con Paniagua, J. y López, V. 16708**, 10 nov., 1990. (MEXU); PUEBLA: Mpio: Tenanpulco. Río Verde. 250 m. Matorral en terreno plano. **Ventura, E. 01226**, 20 Aug., 1983. (IEB); QUINTANA ROO: A 23 km al sur de Ucum. En río. **Téllez, O. con Cabrera, E. 01631**, 4 mar., 1980. (MEXU, MO); TABASCO: Savanna region, 10 to 40 km west of Huimanguillo. 0 m. Fresh-water marsh. **Barlow, F. 03052**, 20 may., 1963. (BM, F, MEXU, WIS); Popal Grande, on road between Frontera and Villahermosa. Fresh water popal. **Barlow, F. s/n**, Aug., 1962. (MICH, WIS); Marshy area 4 km S of Paraiso. **Conrad, J. con Conrad, R. 02915, s/f. (MO(2), NY)**; Entre Paso Sapotillo y Jalapa. **Martínez, M. 00726**, 27 mar.,

1970. (CSAT, MEXU); Sobre el río después del capulín en la segunda etapa, Balancán. **Novelo, A. et al. 00187**, 9 dic., 1975. (BM, ENCB, MEXU, MO, XAL); Terrenos paludícolas de Curahueso. **Rovirosa, J. 00334**, 6 ene., 1889. (NY); Mpio: Balancán. La Palma, Balancán. Lake side. **Matuda, E. 03302**, 1-6 Jun 1939. (GH, MEXU, MICH); Mpio: Cárdenas. Orilla de la carretera Cárdenas-Huimanguillo. 12 m. **Cruz, H. 00083**, 15 may., 1985. (UAMIZ); Mpio: Cárdenas. Los Reyes, Loma Alta. 12 m. Acuática. **Lazcano, H. 00035**, 25 mar., 1985. (UAMIZ); Mpio: Cárdenas. Dren cercano a la central camionera. 13 m. **Martínez, J. 00016**, 8 abr., 1985. (MEXU); Mpio: Cárdenas. Colonia "Paso y Playa". 12 m. Potrero. **Vázquez, E. 00057**, 13 abr., 1985. (MEXU); Mpio: Cárdenas. Dren orilla carretera frente al fraccionamiento Los Reyes Loma Alta. 11 m. En acahual. **Zermeño, F. 00031**, 15 abr., 1978. (CSAT); Mpio: Centla. A 12 km de Frontera rumbo a Ciudad del Carmen, Campeche. 0 m. Estero. **Orozco-Segovia, A. (00354**, 26 dic., 1976. (XAL); Mpio: Centla. 15 km de la carretera Frontera-Ciudad del Carmen. En estero. **Orozco-Segovia, A. 00398**, 14 abr., 1976. (CSAT); Mpio: Comalcalco. Comalcalco, río en las afueras de la población. En río. **Lachica, F. con Sánchez, F. Fal-01517**, 14 ago., 1966. (ENCB, IBUG, MEXU); Mpio: Frontera. 1 km al oeste del pozo donde termina el camino, km 21 al E de Frontera. En pantano a la orilla del camino. **Cowan, C. con Orozco, A.; Zamudio, S. y Grupo de la UAM 02246**, 9 jun., 1979. (UAMIZ); Mpio: Huimanguillo. Río Arroyo Hondo que atraviesa la carretera a 32.9 km al W de la desviación de Huimanguillo, rumbo a Francisco Rueda. 35 m. Creciendo en el borde del río. **Lot, A. con Novelo, A. y Ramírez, P. 01356**, 27 ene., 1984. (MEXU); Mpio: Nacajuca. Río Tecoluta. 0 m. Acuático (pantanosos). **Cáliz de D., H. 00263**, 24 jul., 1989. (MEXU); Mpio: Sn. Pedro Balancán. Area de reserva sur, camino que va al ejido naranjito. 60 m. Abierto soleado. **García, G. 00007**, 18 oct., 1979. (XAL); Mpio: Tacotalpa. Módulo del ejido Lázaro Cárdenas. **Cowan, C. 01587**, 30 nov., 1978. (CHAPA, CSAT, TEX); VERACRUZ: Veracruz in paludosis. s/c s/n s/f. (B); Azufrera Panamericana, Jaltipan. 40 m. Presa de agua limpia. Creciendo a 20 cm de profundidad. **Bonilla, J. 00804**, 30 abr., 1990. (HUMO(2), UAMIZ); Zapoapan de Cabañas, los Tuxtías, cerca de Catemaco. **Bravo, H. 00063**, 1953. (MEXU); Zapoapan de Cabañas, Los Tuxtías, cerca de Catemaco. **Bravo, H. 00064**, 1953. (MEXU); Zapoapan de Cabañas, los Tuxtías, cerca de Catemaco. **Bravo, H. 00094**, 1953. (MEXU); Zapoapan de Cabañas, los Tuxtías, cerca de Catemaco. **Bravo, H. 00097**, 1953. (MEXU);

Alredores del campamento Hnos. Cedillo, Hidalgotitlán. 150 m. Vegetación primaria y secundaria de selva alta perennifolia. **Brigada Dorantes 04113**, 23 jun., 1975. (MEXU, MO, XAL); Brecha Hermanos Cedillo-La Laguna, Hidalgotitlán. 200 m. Junto a un arroyo. **Brigada Vázquez 00109**, 7 mar., 1974. (XAL); Zona pantanosa cerca de Lerdo de Tejada. **Brigada Vegetación Acuática 00019**, 16 sep., 1974. (MEXU); A 2 km del río Tonalá. **Brigada Vegetación Acuática 00097**, 19 sep., 1974. (MEXU); Brecha Hnos. Cedillo-Laguna Hidalgotitlán. 200 m. Junto a un arroyo. **Brigada Vegetación Acuática 00109**, 7 mar., 1979. (MEXU); Laguna de San Julián a 10 km de Veracruz, rumbo a La Antigua. 0 m. **Brigada Vegetación Acuática 00383**, 31 mar., 1976. (MEXU); Canal de salida de la laguna de Sontecomapan. **C.M.V.A. 00474**, 13 jun., 1980. (CSAT, IEB, MEXU, UAMIZ, XAL); Tular cercano a la selva baja inundable, a orillas de la Laguna de Mandinga. En el tular. **C.M.V.A. 00676**, 6 nov., 1981. (UAMIZ(4)); Estación Biológica El Morro de la Mancha, a 27 km al NE de Cd. Cardel. **C.M.V.A. s/n**, 12 nov., 1986. (UAMIZ); Río Máquina, Montepío. Aprox. 1 m. Orilla del río. **Cruz, R. 00141**, 20 mar., 1965. (ENCB, MICH); Wartenberg, near Tantoyuca, prov. Huasteca [Blooming the whole year once waters and near Partonia] [reddish]. **Ervendberg, L. 00277**, 1858. (GH); Puente Nacional. **Expedición del Jardín Botánico R-1251**, May., 1960. (MEXU); Veracruz. 20 ft. **Fisher, G. 26108**, 12 jul., 1926. (ENCB); Sontecomapan. **Galeotti, H. 05562B** 11 Apr., 1845. (BR(2), MEXU); Mangroves and adjacent freshwater swamp, Sontecomapan. 0 m. Aquatic. **Gentry, A. con Lott, E. 32271**, 23 may., 1981. (MO(2)); 5 km antes de Alvarado. Acuática. **Germán, T. 00138**, 27 abr., 1975. (UAMIZ(2)); Laguna near the city of Veracruz. **Greenman, J. 00019**, 23 Jan., 1906. (GH); Coatzacoalcos. **Halffter, G. s/n**, 26 nov., 1971. (ENCB); 5 km Coatzacoalcos-Acayucan. **Hernández, E. et. al. 00142**, jun. 1960. (CHAPA); Morro de la Mancha, a 60 km de Veracruz. (Zona de chinampas). **Hidalgo, P. con González, G., Martínez, M. y Serrato, G. 00014**, 12 nov., 1986. (UAMIZ(2)); Pr. Mirador. 3000-3800 ft. **Hohenacker, E. s/n, s/f. (G, MEXU(Foto ex G))**; Arroyo, al W de Agua Dulce, cerca de la carretera Agua Dulce-Coatzacoalcos. **Lachica, F. con Sánchez, F. Fal-02133**, 8 feb., 1966. (CHAPA, ENCB, MEXU); Coatzacoalcos, Puente río Tonalá. Asociación de *Thalía geniculata*. **León, J. 00124**, jul., 1962. (MEXU); Laguna Verde. **Liebmann 01619**, 1841-1843. (C); Le long du río Antigua. **Linden, J. 00054**, 1838. (BR(2), G(2), MEXU(Foto ex G(2)), MICH); Río Raudal, cerca de Barra de Palma (Mapa 36 C4). 0

m. Orilla del río. **Lot, A. 00471**, 28 sep., 1969. (GH); Zona pantanosa entre Coatzacoalcos y Minatitlán. 0 m. **Lot, A. 00739**, 25 ene., 1970. (GH, MEXU); Orilla sur laguna Mandinga Grande. 0 m. **Lot, A. 01010**, 21 nov., 1970. (GH, MEXU); Orilla del río Actopan a 3 km de Actopan, rumbo a Rinconada. 250 m. **Lot, A. 01044**, 23 nov., 1970. (GH, MEXU); Laguneta cerca al mar frente a Punta del Morro, orilla S de la laguna. 0 m. Manglar. **Lot, A. 01254**, 30 ene., 1971. (GH, MEXU); Pantanos cerca de Lerdo de Tejada, rumbo a Alvarado. 50 m. Tular abierto. **Lot, A. 01291**, 15 mar., 1971. (GH, MEXU); Cuenca del río Tonalá, cerca de los límites con Tabasco. 5 m. **Lot, A. 01331**, 28 ene., 1971. (MEXU); A 4 km del límite con Tabasco, cuenca del río Tonalá. Pantano 500 m adentro. Popal, zona inundable. **Lot, A. 01466**, 9 ago., 1971. (IBUG, MEXU); Cerca de la Estación El Dobladero a 8 km de Villa Azueta. 150 m. Apompal a lo largo de un pequeño arroyo. **Lot, A. 01530**, 30 oct., 1971. (MEXU); Río Coscoapan. Al borde de Apompal. **Lot, A. 01744**, 19 ene., 1972. (MEXU); Orilla de la carretera (zanja) a 7 km de Veracruz rumbo a la Antigua. 10 m. **Lot, A. 02436**, 11 jun., 1977. (MEXU); A los lados del río Calzada, a 200 m del Rancho El Cedro, sobre la carretera vieja Coatzacoalcos-Mina. **Lot, A. 02464**, 20 ago., 1967. (MEXU); El Coyol, prolongación carretera Alemán. Swamp ditches. **Lowden, R. 00006O**, 25 jul., 1970. (MICH, NY); El Coyol, prolongación carretera Alemán. Swamp ditches. **Lowden, R. 00006C**, 25 jul., 1970. (GH); El Coyol, prolongación carretera Alemán. Swamp ditches. **Lowden, R. 00006K**, 25 jul., 1970. (MICH); El Coyol, prolongación carretera Alemán. Swamp ditches. **Lowden, R. 00006M**, 25 jul., 1970. (MICH); Carretera Nacional 180, el puente de Teculapilla, 5 km antes de llegar a NW Lerdo on route 180. **Lowden, R. 00007B**, 26 jul., 1970. (MICH); Laguna de Catemaco, Arroyo Agrio, 6 km from Catemaco town between Coyame and San Andrés Tuxtla. **Lowden, R. 00009B**, 27 jul., 1970. (GH); Alrededores de Cardel. 20 m. **Márquez, W. 00573A** 20 mar., 1976. (IEB, MEXU, XAL); Along the Trans-Isthmian highway (route 185), 17 kilometers northeast of Minatitlán. Menos de 50 m. Growing in mud. **King, R. 00933**, 1 Aug., 1958. (MICH); By swiftly flowing river below falls, Salto de Eyipantla, near San Andrés Tuxtla. In shallow marginal water. **Moore Jr., H. con Cetto, M. 06245**, 10 apr., 1952. (MEXU); Sin localidad. **Müller, F. con Schlumberger, H. 02145A s/f. (NY)**; Barra de Sontecomapan. 10 m. **Nevling, L. con Gómez-Pompa, A. 00166**, 19 jul., 1967. (GH, MEXU); Laguna de agua dulce, cerca a la Estación Biológica Morro de la Mancha, a 28 km al N de Cd. Cardel. 2 m. Tular.

Novelo, A. 00519, 10 nov., 1978. (CSAT, MEXU); A 200 m al E de la carretera, a 8 km al N de Veracruz, rumbo a la Antigua. 5 m. **Novelo, A. 00549**, 27 abr., 1979. (CSAT, MEXU); Laguneta entre médanos, a 1 km de la carretera, 8 km al N de Veracruz rumbo a La Antigua. 5 m. **Novelo, A. 00575**, 16 jun., 1979. (CSAT, MEXU); Río que cruza la brecha que va a la estación El Morro de la Mancha, 27 km al N de Ciudad Cardel. 5 m. Creciendo en el borde del río y áreas aledañas inundadas. **Novelo, A. con Calzada, I. 01088**, 12 sep. 1992. (MEXU); Veracruz. 0 m. **Orcutt, C. 02874**, 16 feb., 1910. (BM, GH, MO(2)); Campamento Hnos. Cedillo a 6 km por las Huleras, rumbo del SE. Hidalgotitlán. 150 m. Acahual. **Ortiz, B. 00180**, 27 may., 1975. (ENCB, MEXU, MO(2), XAL); Cerca de Papantla. **Paray, L. 00616**, dic., 1947. (ENCB); Amatlán cerca de Cerro Azul. **Puig, H. 04040**, 18 feb., 1969. (ENCB, MEXU); Barranca de [Panoaya]. **Purpus, C. 09041**, mar., 1923. (GH, MO(2), NY); In paludibus inter urben et Santa Fe et people los Cocos. **Schiede con Deppe 00981**, feb. (MO(2)); Santa Fé. 0 m. Palidibus. **Schiede con Deppe s/n, s/f. (BM)**; Fluviorum Mizantla. 0 m. Fluviorum. **Schiede con Deppe s/n, s/f. (BM)**; In Tuxpan on Flujo on Tuxpan (Río de Viñasco). **Seler, E. 03731**, 9 ene., 1903. (GH); Coatzacoalcos, Isthmus of Tehuantepec. 0 m. **Smith, C. 01034**, 08 Jan., 1895. (BM, GH, MEXU, MICH, MO(2), NY(3)); Escaceba SE de la Laguna de Catemaco. Palustres. **Sousa, M. con Peña, M. 00005**, 10 dic., 1964. (MEXU); N of Veracruz along the coast, along the road to the La Mancha Biological Station about 15 miles N of the intersection of hwy. 180 and 140. 0-10 m. Fencerows and pastures. **Taylor, C. 02224**, 16 jul., 1983. (MEXU); Brecha Hnos. Cedillo a Melgar, Hidalgotitlán. 150 m. **Vázquez, M. et al. 01337**, 9 nov., 1974. (MEXU, MO(2), XAL); Ursulo Galván. 10 m. Dentro del agua. **Ventura, F. 03388**, 31 mar., 1971. (MICH, NY); Le Gartera, ejido de San Agustín, 5 km northeast of Campo Experimental de Hule, El Palmar, Zongolica. Along the side of río de Casolapa. **Vera, J. 02821**, 27 feb., 1944. (MICH); Ca. 1/4 mile above mouth on Gulf of Mexico, near Mex. 180, 4.8 miles N of Palma Sola, 39 miles S of Nautla. Local, in opening in running water of small stream. **Ward, D. 07861**, 11 jun., 1971. (MICH, NY); Río Tecolutla. Parte pantanosa del río. **Wolfgang, B. 02992**, 2 nov., 1973. (MEXU); Mpio: Catemaco. Nacimiento del río Sontecomapan, en el borde de la laguna de Sontecomapan. 20 km al noroeste de Catemaco. 5 m. Creciendo en el borde del río en agua limpia. **Novelo, A. con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 01290**, 21 oct., 1994. (MEXU); Mpio: Lerdo de Tejada. Planicie inundada a

aproximadamente 82 km al este de Paso del Toro y 99 km del Puerto de Veracruz. 10 m. Creciendo en las partes más profundas del área inundada. **Novelo, A. con Wiersema, J.; Hellquist, B. y Horn, Ch. 01296**, 21 oct., 1994. (MEXU); Mpio: Actopan. Laguna de La Mancha, a 30 km al NE de Ciudad Cardel. Estación de Biología Morro de la Mancha. 5 m. Creciendo en lugar pantanoso a 5 cm de profundidad de la laguneta. **Bonilla, J. 00246**, 14 sep., 1986. (HUMO, UAMIZ); Mpio: Actopan. Cerca de Mosombova en un canal de riego. 50 m. **Chazáro, M. con Domínguez, J. 01455**, mar., 1981. (MEXU, XAL); Mpio: Actopan. A 200 m al NW de la boca de la laguna de la Mancha (en la laguneta). 0 m. **Novelo, A. 00441**, 26 ago., 1977. (MO(2), XAL); Mpio: Actopan. Estación de Biología Morro de la Mancha. **Trejo, L. 00183**, 11 dic., 1977. (MEXU); Mpio: Actopan. Estación de Investigación sobre Recursos Bióticos, Morro de la Mancha. 8 m. Zonas inundables cercanas a las instalaciones. **Villaseñor, J. 00967**, 14 sep., 1986. (IEB, MEXU); Mpio: Catemaco. Laguna de Sontecomapan. Isla Coscoapan. 0 m. Pantano. **Menéndez, F. 00007**, 11 feb., 1973. (MEXU); Mpio: Catemaco. Sontecomapan. 100 m. Orilla de arroyo. **Rzedowski, J. 20368**, 5 ago., 1965. (MEXU, MICH); Mpio: Catemaco. Playa Hermosa. 250 m. Dentro de la laguna. **Ventura, F. 12802**, 3 jun., 1976. (CHAPA, MEXU); Mpio: Catemaco. Laguna de Catemaco. A orillas de la laguna. **Villalobos, R. s/n**, 19 nov., 1974. (IEB); Mpio: Cazones. Rancho Nuevo. 20 m. **Cortés con Vázquez 00185**, 2 mar., 1982. (MEXU); Mpio: Coatzacoalcos. Límites de Veracruz con Tabasco. 20 m. **Calzada, I. 06092**, 18 may., 1980. (MEXU, XAL); Mpio: Coxquihui. Ranchería del Hermitaño. 320 m. **Mendoza, M. con Evangelista, V. 00023**, 1 may., 1980. (MEXU); Mpio: Gutiérrez Zamora. La Guadalupe. 50 m. En un potrero. **Vargas, S. 00437**, 5 jul., 1986. (IEB); Mpio: Hidalgotitlán. Campamento Hnos. Cedillo, 6 km W camino a Paso del Moral Hulera. 150 m. Orilla de río. **Avendaño, D. con Juan, A. 00153**, 27 may., 1975. (BM, ENCB, MEXU, XAL); Mpio: Jalapa. Estación Biológica Morro de la Mancha. 20 m. **Vázquez con Pérez y Puga 01355**, 13 Apr., 1982. (IBUG); Mpio: Jamapa. En la parte N de la Laguna del Apompal, a 12 km del Mpio. de Jamapa. **Aguilar, J. 00569**, 9 ago., 1988. (MEXU); Mpio: La Antigua. A 50 m antes del poblado de San Julián. Colectada a orillas de la laguna San Julián (Agricultura prehispánica). **Zamora, P. 00474**, 25 jun., 1987. (IEB); Mpio: Las Choapas. Along Río Grande, at and upstream from the main gravel road of the Uxpanapa region. 100 m. Cultivated fields with some original forest along river. **Nee, M. 29862 con Taylor, K. 4**

Mar., 1984. **(MO)**; Mpio: Las Choapas. A 11 km del entronque de la carretera Las Choapas con la carretera Cárdenas-Coatzacoalcos. **Brigada Vegetación Acuática 00083**, 18 sep., 1974. **(ENCB, MEXU)**; Mpio: Las Choapas. A 11 km del entronque Las Choapas con la carretera Cardenas-Coatzacoalcos. 50 m. Comunidad de hidrófitas. **Orozco-Segovia, A. 00068**, 3 mar., 1973. **(XAL)**; Mpio: Martínez de la Torre. Tres encinos. **Toral, E. 00001**, 24 feb., 1976. **(ENCB)**; Mpio: Misantla. Independencia. 150 m. Orilla del arroyo. **Ventura, F. 00990**, 27 Apr., 1970. **(MICH, NY)**; Mpio: Misantla. Buenos Aires. 350 m. Orilla de arroyo. **Ventura, F. 17079**, 28 abr., 1980. **(IEB, MEXU)**; Mpio: Moloacán. 2.5 Km adelante de la desviación a las Choapas, carretera Coatzacoalcos-Villahermosa. 10 m. A la orilla de la carretera. **Flores-Cruz, M. con Espejo, A. y López-Ferrari, A. 00298**, s/f. **(UAMIZ)**; Mpio: Paso de Ovejas. Sayula. 77 m. En zonas inundables, cálido húmedo. **Calzada, I. 00003**, 14 jun., 1980. **(XAL)**; Mpio: Paso de Ovejas. 2 km al SO de Cantarranas. 150 m. Riparia, primaria. **Castillo, G. con Medina, E. 03582**, 30 Jan., 1985. **(IBUG)**; Mpio: Puente Nacional. Km 394 on Jalapa-Veracruz highway, between Rinconada and Puente Nacional. **Gilly, C. con Simpson, R. 00090**, 13 feb., 1943. **(MICH)**; Mpio: Puente Nacional. Conejos. 50 m. Orilla de arroyo. **Ventura, F. 07444**, 21 nov., 1972. **(ENCB)**; Mpio: San Andrés Tuxtla. Los Tuxtlas. 170 m. Popal, abundante, tropico-húmedo. **Barrera, G. 00038**, 30 oct., 1976. **(IBUG)**; Mpio: San Andrés Tuxtla. El Salto de Eyipantla a 8 km de Sihuapan. 250 m. Orillas del río. **Calzada, I. 04212**, 22 ene., 1978. **(XAL)**; Mpio: San Andrés Tuxtla. Cascada de Eyipantla. 250 m. Lugares encharcados. **Espejo, A. con López, A. 03005**, 20 nov., 1989. **(MEXU, UAMIZ)**; Mpio: San Andrés Tuxtla. Desembocadura del río Máquina. Orilla del río. **González, L. 00699**, 26 mar., 1964. **(MICH)**; Mpio: San Andrés Tuxtla. Laguna de Catemaco, Arroyo Agrio, 6 km from Catemaco town Coyame and San Andrés Tuxtla. **Lowden, R. 00009A**, 27 jul., 1970. **(MICH)**; Mpio: San Andrés Tuxtla. Laguna de Catemaco, Arroyo Agrio, 6 km from Catemaco town Coyame and San Andrés Tuxtla. **Lowden, R. 00009C**, 27 jul., 1970. **(MICH)**; Mpio: San Andrés Tuxtla. Salto de Eyiepanntla, aprox. 10 km al suroeste de San Andrés Tuxtla. 170 m. Creciendo en el borde del río, cerca del salto del agua. **Novelo, A. con Calzada, I. 01091**, 13 sep. 1992. **(MEXU)**; Mpio: San Andrés Tuxtla. Laguna de Catemaco, [in Maffer on water]. **Seler, E. 05005**, 7 mar., 1907. **(GH)**; Mpio: San Andrés Tuxtla. Cascada de Eyiepanntla. 150 m. **Villarreal de P., L.M. 11117**, 15 Apr., 1979. **(IBUG)**; Mpio: Santiago Tuxtla. Río Los

Tuxtías. Orilla de río. **González, L. 01409**, 29 ago., 1964. (MEXU, MICH, ENCB); Mpio: Sontecomapan. La Antigua, Marais. **Galeotti, H. 05562A** Apr., 1845. (BR(3), G(2), GH, MEXU(Foto ex G(2)), NY); Mpio: Soteapan. 1.5 km del mirador Pilapa. 5-6 m. Sobre margen de arroyo. **Vázquez, M. 03405**, 14 may., 1986. (IBUG); Mpio: Tecolutla. Poblado Paso del Progreso, carretera Tecolutla a Martínez de la Torre. A orillas del río. **Calzada, I. con Novelo, A. 17554**, 26 ene., 1992. (MEXU); Mpio: Tierra Blanca. Puente Las Piñas a la salida de Delicias, carretera a Cd. Alemán. 200 m. **Tenorio, P. con Miller, J. 03315**, 26 feb., 1983. (MEXU); Mpio: Veracruz. Laguna de San Julián, Ejido de Santa Fe. 30 m. En suelo inundado. **Calzada, I. 04367**, 19 abr., 1978. (XAL); Mpio: Veracruz. Río la Antigua [an ripar fluidi et Morro et rancho nuevo]. **Liebmann 01617**, 1841-1843. (C(2)); Mpio: Yecuatla. Reforma. 500 m. Orilla de arroyo. **Ventura, F. 19542**, 24 mar., 1982. (IEB, MEXU). SIN ESTADO: Sin localidad. 2200 m. En canal. **Matuda, E. 26087**, 15 jun., 1950. (MEXU); sin localidad. **Galeotti, H. 00006-1**, s/f. (BR); **Hogg, T. s/n, Winter, 1877**. (NY); México. **Karwinski s/n, s/f. (C(2))**; Acatlán de Pérez Figueroa. **Salazar, F. s/n**, 12 may., 1913. (MEXU). SIN LOCALIDAD: **Linden, J. s/n s/f (BR); Galeotti, H. s/n s/f (MEXU(Foto ex K))**

LITERATURA CITADA

- Alexander, E.J. 1937. Pontederiaceae. In: N. Am. Fl. 19(1): 51-60.
- Barrett, S.C.H. 1977a. The breeding system of *Pontederia rotundifolia* L., a tristylous species. New Phytol. 78: 209-220.
- Barrett, S.C.H. 1977b. Tristily in *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. (Water hyacinth) Biotropica 9: 230-238.
- Barrett, S.C.H. 1978. Floral Biology of *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth (Pontederiaceae). Aquat. Bot. 5: 217-228.
- Barrett, S.C.H. 1979. The evolutionary breakdown of tristily in *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Water hyacinth). Evolution 33: 499-510.
- Barrett, S.C.H. 1983. *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua, Choreja, Lirio de agua, Water Hyacinth). Págs. 236-239. En: D. H. Jansen (Ed.). Costa Rican Natural History. The University of Chicago Press. 816 pp.
- Barrett, S.C.H. 1985. Floral trimorphism and monomorphism in continental and island populations of *Eichhornia paniculata* (Spreng.) Solms (Pontederiaceae). Biol. J. Linn. Soc. 25: 41-60.
- Barrett, S.C.H. 1988. Evolution of breeding systems in *Eichhornia* (Pontederiaceae): A review. Ann. Missouri Bot. Gard. 75: 741-760.
- Barrett, S.C.H. 1989a. Mating system evolution and speciation in heterostylous plants, pp. 257-283. En: D. Otte y J. Endler (Eds.). Speciation and Its consequences. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Barrett, S.C.H. 1989b. The evolutionary breakdown of heterostyly, pp. 151-169. En: J.H. Bock y Y.B. Linhart (Eds.). The evolutionary ecology of plants. Westview Press, Boulder, San Francisco & London.
- Barrett, S.C.H. y I.W. Forno. 1982. Style morph distribution in New World populations of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach (water hyacinth). Aquat. Bot. 13: 299-306.
- Barrett, S.C.H., A.H.D. Brown y J.S. Shore. 1987. Disassortative mating in tristylous *Eichhornia paniculata* (Spreng.) Solms. (Pontederiaceae) Heredity 58(1): 49-55.
- Barrett, S.C.H., M.T. Morgan y B.C. Husband. 1989. The dissolution of a complex genetic polymorphism: the evolution of self-fertilization in tristylous *Eichhornia paniculata*

(Pontederiaceae). Evolution 43: 1398-1416.

- Barrett, S.C.H. y B.C. Husband. 1990. Variation in outcrossing rates in *Eichhornia paniculata*. the role of demographic and reproductive factors. Pl. Spec. Biol. 5: 41-55.
- Cain, A.J y G.A. Harrison. 1960. Phyletic weighting. Proc. Zool. Soc. London 135: 1-31.
- Castellanos, A. 1959. Las Pontederiaceae de Brasil. Arq. Jard. Bot. Rio de Janeiro 16: 149-236.
- Conger, A.D. y L.M. Fairchild. 1953. A quick freeze method for making smear slides permanent. Stain Technol. 28: 281-283.
- Cook, C.D.K. 1983. Taxonomic revision of *Monochoria* (Pontederiaceae). En: D. & H. Festschrift (Eds.). Edinburgh University Press. 351 pp.
- Cook, C.D.K. 1990. Aquatic plant book. SPB Academic Publishing. The Hague, The Netherlands. 228 pp.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York. 1262 pp.
- Dahlgren, R.H.T. Clifford y P.F. Yeo. 1985. The families of the monocotyledons: structure, evolution and taxonomy. Springer Verlag, Berlin. 520 pp.
- Dalton, P. y A. Novelo. 1983. The aquatic and welland plants of the Arnold Arboretum. Arnoldia 43(2): 7-44.
- Eckenwalder, J.E. y C.H. Barrett. 1986. Phylogenetic systematics of Pontederiaceae. Syst. Bot. 11(3): 373-391.
- Erdtman, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Waltham Mass., Estados Unidos.
- Glover, D.E. y C.H. Barrett. 1983. Trimorphic incompatibility in Mexican populations of *Pontederia sagittata* Presl (Pontederiaceae). New Phytol. 95: 439-455.
- Gopal, B. 1987. Water Hyacinth. Aquatic plant studies 1. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherlands. 471 pp.
- Hennig, W. 1966. Phylogenetic Systematics. University of Illinois Press, Urbana, Illinois.
- Horn, C.N. 1985. (citado por Rosatti, 1987). A systematic revision of the genus *Heteranthera* (*sensu lato*, Pontederiaceae). Unpubl. Ph.D. dissertation, University of Alabama, Estados Unidos.

- Horn, C.N. 1988. Developmental heterophylly in the genus *Heteranthera* (Pontederiaceae). *Aquat. Bot.* 31: 197-209.
- Husband, B.C. y S.C.H. Barrett. 1993. Multiple origins of self-fertilization in tristylous *Eichhornia paniculata* (Pontederiaceae): Inferences from style morph and isozyme variation. *J. Evol. Biol.* 6: 591-608.
- Huynh, K. 1976. Arrangement of some monosulcate, disulcate, trisulcate, dicolpate, and tricolpate pollen types in the tetrads, and some aspects of evolution in the angiosperms. Págs: 101-124. En: I.K. Ferguson y J. Muller (Eds.). *The evolutionary significance of the exine*. Linnean Society Symposium series, number 1. Academic Press, London.
- Lawrence, G.H.M. 1951. *Taxonomy of vascular plants*. MacMillan Publishing Co., Inc. New York. 823 pp.
- Lowden, R. M. 1973. Revision of the genus *Pontederia* L. *Rhodora* 75: 426-487.
- Ornduff, R. 1966. The breeding system of *Pontederia cordata* L. *Bull. Torrey Bot. Club* 93(6): 407-416.
- Penfound, W.T. y T.T. Earle. 1948. The biology of the water hyacinth. *Ecol. Monogr.* 18: 447-472.
- Raj, B. y Saxena, M.R. 1966. Pollen morphology of aquatic angiosperms. *Pollen et Spores* 8(1): 49-55.
- Rao, T.S. y Rao, R.R. 1961. Pollen morphology of Pontederiaceae [sic]. *Pollen et Spores* 3(1): 45-46.
- Richards, J.H. y S.C.H. Barrett. 1984. The developmental basis of tristily in *Eichhornia paniculata* (Pontederiaceae). *Amer. J. Bot.* 71: 1347-1363.
- Rosatti, T.J. 1987. The genera of Pontederiaceae in the Southeastern United States. *J. Arnold Arbor.* 68: 36-71.
- Schmid, R. 1985. Functional interpretation of the morphology and anatomy of sepal nectaries. *Acta Bot. Neerl.* 34: 125-128.
- Schwartz, O. 1927. Zur Systematik und Geographie der Pontederiaceen. *Studien zu einer Monographie der Familie*. *Bot. Jahrb.* 61(139): 28-50.
- Schwartz, O. 1930. Pontederiaceae. *Nat. Pflanzenfam.* ed. 2. 15a: 181-188.

- Scotland, R.W. 1992. Cladistic theory. Capítulo 1. En: P.L. Forey, C.J. Humphries, I.J. Kitching, R.W. Scotland, D.J. Siebert y D.M. Williams. Cladistics. A Practical Course in Systematics. Oxford University Press Inc., New York. 191 pp.
- Sculthorpe, C.D. 1967. The biology of aquatic vascular plants. London. 610 pp.
- Siebert, D.J. 1992. Introduction. En: P.L. Forey, C.J. Humphries, I.J. Kitching, R.W. Scotland, D.J. Siebert y D.M. Williams. Cladistics. A Practical Course in Systematics. Oxford University Press Inc., New York. 191 pp.
- Simpson, M.G. 1984. Systematics and pollen ultrastructure of the Pontederiaceae (Abstr.). Amer. J. Bot. 71 (5, part 2): 187.
- Simpson, M.G. 1987. Pollen ultrastructure of the Pontederiaceae: Evidence for exine homology with the Haemodoraceae. Grana 26: 113-126.
- Simpson, M.G. 1990. Phylogeny and classification of the Haemodoraceae. Ann. Missouri Bot. Gard. 77: 722-784.
- Simpson, M.G. 1993. Septal nectary anatomy and phylogeny of the Haemodoraceae. Syst. Bot. 18(4): 593-613.
- Small, J.K. 1913. *Zosterella*. Pág. 68. En: J.K. Small y J.J. Carter. Flora of Lancaster County. New York. 336 pp.
- Sneath, P.H.A. y R.R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W.H. Freeman, San Francisco, Estados Unidos.
- Sokal, R.R. 1986. Phenetic Taxonomy: Theory and Methods. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17: 423-442.
- Solms-Laubach, H. 1883. Pontederiaceae. Monogr. Phan. 4: 501-535.
- Stebbins, G.L. 1974. Flowering plants. Evolution above the species level. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 399 pp.
- Swofford, D.L. 1985. PAUP (Phylogenetic Analysis Using Parsimony). Versión 2.4. Illinois Natural History Survey. Champaign, Illinois.
- Takhtajan, A.L. 1980. Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). Bot. Rev. 46(3): 225-359.
- Villaseñor, J.L. y P. Dávila. 1992. Breve introducción a la metodología cladística. Coordinación de Servicios Editoriales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 47 pp.

- Vuilleumier, B.S. 1967. The origin and evolutionary development of heterostyly in the angiosperms. *Evolution* 21: 210-226.
- Watrous, L.E. y Q.D. Wheeler. 1981. The out-group comparison method of character analysis. *Syst. Zool.* 30: 1-11.
- Weberling, F. 1989. *Morphology of flowers and inflorescences*. Cambridge University Press. 405 pp.
- Zavada, M.S. 1983. Comparative morphology of monocot pollen and evolutionary trends of apertures and wall structures. *Bot. Rev.* 49(4): 331-379.