



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

---

---

**DIVERSIDAD DE PLANTAS ACUÁTICAS Y SUBACUÁTICAS EN  
RÍOS Y ARROYOS DE LA CUENCA DEL PÁNUCO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**BRENDA CAROLINA CÓRDOVA DELGADO**

**Directora: Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas**

**Asesor: Dr. Robert Wallace Jones**

Santiago de Querétaro, Qro., Diciembre del 2000

**BIBLIOTECA CENTRAL UAQ**  
"ROBERTO RUIZ OBREGON"

No. Reg. H 64881

Clas. IS  
581.92  
C796 d

*A Dios, nuestro Padre, Quien es la verdad y la vida.*

*A mis papás Gilberto y Lucy por su amor, sus principios y apoyo incondicional en todo momento.*

*A mis hermanos Erika, Oscar y Perla, por los agradables momentos que hemos pasado juntos, su comprensión y ayuda.*

*A Julián con amor, por su confianza y cariño.*

*A mi abuelita Rosita, por los bellos momentos que hemos compartido y por sus inagotables reseñas en el estado de San Luis Potosí.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma de Querétaro.

Al Programa de Estímulos a la Investigación de la Universidad Autónoma de Querétaro (PEI-UAQ) y al CONACYT, por las becas otorgadas.

Con respeto y cariño a la Dra. Mahinda Martínez por aceptar dirigir esta investigación. Por su paciencia en la revisión del texto, consejos y sugerencias. Por su amistad y apoyo incondicional en todo momento.

Al Dr. Robert Jones, por aceptar ser mi asesor, sus sugerencias y correcciones.

Al Dr. Obdulio Andrade Salas<sup>†</sup>, por su amistad y revisión del protocolo de tesis.

A mis sinodales Dra. Patricia Moreno Casasola, Dr. Alejandro Novelo Retana y Dr. Raúl Pineda, por sus apreciados comentarios y recomendaciones.

Al Dr. Luis Hernández Sandoval por motivarme a lo largo de la Licenciatura en el estudio de las plantas, por su amistad y apoyo.

A la M. en C. Valentina Serrano C. Por permitirme el material del Herbario J. Rzedowski, a la M. en C. Maricela Gómez Sánchez por la identificación de las especies de pastos y helechos.

A mis "hermanitos" Adriana García, Laura Rivera, Gilberto Ocampo, Daniel García, Paty Balderas, Blanca y Graciela Reséndiz, por su valiosa amistad y confianza. A mis amigos Neyda Cruz, Lupita Hurtado, Nancy Gutierrez, Lalo Contreras, Jacinto Treviño y Norma Camacho por aceptarme y compartir conmigo su tiempo. Gracias también por su ayuda en las salidas de campo y determinación de ejemplares.

A la Sra. Inocencia Hernández y Sr. Lauro Mondragón por su cariño. Gracias por aceptarme en su casa y fungir como "padres adoptivos".

A mis compañeros y amigos que participaron dentro del proyecto CONACYT-SIHGO, por su buen humor y cooperación en las salidas de campo.

A mis "nuevos amigos" Fernando Gudiño, Gerardo Ocáriz, Isaac Martínez y Norma Camacho por su comprensión.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	i
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	i
<b>ÍNDICE DE MAPAS</b>	ii
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b>	ii
<b>RESUMEN</b>	1
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	2
I.1 Las plantas acuáticas.	2
I.2. Los ambientes lóticos.	8
I.2.1. La naturaleza de los hábitats lóticos.	9
I.3. Medidas de la diversidad.	11
I.3.1. Abundancia y riqueza de especies.	11
I.3.2. Los índices de diversidad.	12
I.3.3. Los números de diversidad.	13
I.4. Índices de Integridad Biótica.	14
<b>II. ANTECEDENTES</b>	17
II.1. Descripción de la cuenca del río Pánuco y la zona de estudio.	18
<b>III. JUSTIFICACIÓN</b>	21
<b>IV. OBJETIVOS</b>	23

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>V. METODOLOGÍA</b>	<b>24</b>
V.1. Trabajo de campo.	24
V.2. Trabajo de herbario.	26
V.3. Trabajo de gabinete.	28
V.3.1. Elaboración de tablas.	28
<b>VI. RESULTADOS</b>	<b>32</b>
VI.1. Lista florística.	32
VI.2. Diversidad de especies.	44
VI.3. Valores de importancia.	48
VI.4. Distribución en el cauce.	63
VI.5. Índice de Integridad Biótica.	66
VI.6. Relación entre factores.	68
<b>VII. DISCUSIÓN</b>	<b>78</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES</b>	<b>85</b>
<b>IX. LITERATURA CITADA</b>	<b>86</b>
<b>X. APÉNDICE 1.</b>	<b>92</b>
<b>XI. APÉNDICE 2.</b>	<b>98</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Formas de vida de las plantas vasculares acuáticas.	6
Figura 2. Tipos de hábitat en cauce de agua dulce.	10
Figura 3. Método en campo para obtener la distribución y la diversidad de especies acuáticas y subacuáticas.	27

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1. Número de visitas, fecha y tipos de vegetación encontrados en cada localidad.	25
Tabla 2. Lista de especies por localidad	32
Tabla 3. Índice y números de diversidad para cada localidad.	45
Tabla 4. Valores de importancia por especie en cada localidad.	53
Tabla 5. Distribución en el cauce.	64
Tabla 6. Índice de Integridad Biótica (IIB) e Índice de Calidad de Agua por localidad.	67
Tabla 7. Parámetros de relación entre localidades.	69
Tabla 8. Parámetros de relación entre localidades.	70

## ÍNDICE DE MAPAS

	<b>Página</b>
Mapa 1. Localidades visitadas.	20
Mapa 2. Localidades representadas según el valor del índice de diversidad de Shannon y el grado de conservación.	71
Mapa 3. Localidades representadas según el porcentaje de plantas acuáticas estrictas y el Índice de Integridad Biótica.	72

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	<b>Página</b>
Gráfica 1. Índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) por localidad.	46
Gráfica 2. Inverso del índice de diversidad de Simpson ( $1/\lambda$ ) en cada localidad.	47
Gráfica 3. Relación entre la riqueza total de especies y el número de especies utilizadas para el índice de diversidad por localidad.	74
Gráfica 4. Relación entre la riqueza total de especies y el porcentaje de especies acuáticas estrictas por localidad.	74
Gráfica 5. Relación entre la riqueza total y las especies acuáticas por localidad.	76



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	<b>Página</b>
Gráfica 6. Relación entre el número de especies tomadas para los índices de diversidad y el número de individuos en cada localidad.	76
Gráfica 7. Localidades agrupadas en relación a la concentración de fosfatos y el porcentaje de especies acuáticas estrictas.	77

## RESUMEN

Es necesario tener conocimiento de la flora acuática, ya que estas plantas aportan grandes beneficios al hombre y a otras especies de animales y plantas. El hombre ejerce una influencia intensa sobre gran parte de los medios acuáticos, por medio de actividades que alteran, reducen o suprimen estos hábitat naturales y paralelamente afectan la vegetación circundante de estos sitios.

Con el presente trabajo se determinó la flora vascular acuática en 27 localidades con ambientes lóticos de la cuenca del Pánuco, en los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Querétaro, así como la diversidad, valor de importancia de las especies, distribución en el cauce e Índice de Integridad Biótica.

Con una variación en el método de Lewis y Taylor para la vegetación acuática se hicieron transectos de 1m de ancho desde la mitad del ancho de cada cauce, se colectaron las especies acuáticas y subacuáticas, tomando en cuenta la abundancia y cobertura de cada especie, su forma de vida y distribución, así como el área de los transectos.

Se colectaron 343 morfoespecies, agrupadas e identificadas en 56 familias, 159 géneros, 186 especies y tres variedades. La localidad más diversa es las Cascadas de Tamasopo y la menos diversa río Manzanares, la especie con mayor valor de importancia es *Baccharis salicifolia*, brindando refugio a otras plantas y reteniendo al suelo con sus raíces. Las especies acuáticas estrictas estuvieron distribuidas principalmente en poza y remanso, debido al flujo lento del agua. Según el Índice de Integridad Biótica, las localidades más sanas fueron Rascón, Carpintero y El Carrizal, siendo influido su valor por la riqueza de especies. Los factores de cantidad de fosfatos totales en el agua, el Índice de Calidad del Agua y el Índice de Integridad Biótica no presentaron relación con el índice de diversidad de Shannon, la riqueza de especies y el porcentaje de acuáticas.

## I. INTRODUCCIÓN

México constituye una de las regiones en que más se concentra la diversidad de los organismos vegetales. Cuenta con prácticamente todos los tipos de vegetación del planeta, presenta gran variedad de formas de vida, una gran riqueza de especies, incluye un gran número de componentes procedentes tanto del Hemisferio Sur como del Norte. Además, contiene una elevada proporción de taxa de distribución restringida, ha sido un centro de suma importancia en la domesticación de cultivares y conserva una cuantiosa diversidad de germoplasma seleccionado y mejorado (Rzedowski, 1992a). Entre las causas que hacen de México un país de gran diversidad biológica están la topografía, la variedad de climas y una compleja historia tanto geológica y biológica como cultural. Estos factores han contribuido a formar un mosaico de condiciones ambientales y microambientales que promueven una gran variedad de hábitats y formas de vida (Sarukhán, *et al.*, 1996). Rzedowski en 1992a calculó el monto de la flora fanerogámica mexicana en aproximadamente 220 familias, 2410 géneros y 21 600 especies. La flora acuática vascular está representada por 84 familias, 258 géneros y 747 especies, correspondiendo nueve especies a angiospermas marinas y cinco habitan en los manglares (Lot, *et al.*, 1993).

### I. 1. LAS PLANTAS ACUÁTICAS

A pesar de que casi el 50% del territorio nacional está cubierto por zonas áridas (Neyra y Durand, 1998), el país cuenta con recursos acuáticos continentales cubriendo un área aproximada de 700 000 ha, donde el 71% corresponde a embalses y el 29% a cuerpos naturales (Ramos y Novelo, 1993). Una de las comunidades bióticas de los medios acuáticos es la conformada por plantas vasculares. Esta vegetación se presenta en México en todos los tipos de clima propios para la vida vegetal (Rzedowski, 1978) y cuenta con una gran riqueza (Bonilla-Barbosa y Novelo, 1995). La vegetación hidrófila (considerando

también las subacuáticas y tolerantes) ocupa una superficie de 1 115 203 ha, lo que representa el 0.56% del territorio Nacional (Neyra y Durand, 1998).

Sculthorpe (1967) menciona que es difícil sugerir una definición de hidrófitas vasculares, principalmente porque los hábitats acuáticos no pueden ser claramente distinguidos de los terrestres al haber fluctuaciones en el nivel del agua. Hábitats con agua permanente la mayor parte del año pueden secarse casi completamente en el verano, otros pasan de suelos normalmente terrestres a inundados durante la estación de lluvias. No hay un cambio abrupto de tierra y agua, más bien hay una transición gradual de suelos secos a saturados, a completamente sumergidos. Finalmente, Sculthorpe adopta la definición empleada por botánicos americanos: una hidrófita vascular es aquella planta creciendo en el agua, en suelo cubierto con agua o en suelo que está usualmente saturado; aquella especie que está normalmente en el agua y le es indispensable para su crecimiento, aunque sea en una parte de su ciclo de vida, ya sea completamente sumergida, flotando o emergiendo.

Lot, *et al.* (1993) categorizan a las plantas vasculares de los ambientes acuáticos en tres tipos:

**Acuática:** Planta que lleva a cabo prácticamente todo su ciclo de vida dentro del agua, ya sea sumergida, emergiendo o flotando.

**Subacuática:** Planta que lleva a cabo gran parte de su ciclo de vida en el agua y no puede sobrevivir por largos períodos de tiempo en suelos completamente secos; generalmente se le encuentra en el margen del cuerpo de agua.

**Tolerante:** Planta que lleva a cabo gran parte de su ciclo de vida en suelos completamente secos, pero que puede soportar el suelo inundado o alta humedad en el mismo por un corto periodo.

Las plantas acuáticas y subacuáticas son clasificadas en cinco formas de vida de acuerdo con Sculthorpe (1967), se muestran en la figura 1:

#### **A. Hidrófitas arraigadas al sustrato:**

##### **1. Hidrófitas emergentes**

Son plantas arraigadas al sustrato, pero con hojas y órganos reproductivos aéreos. Generalmente crecen en aguas poco profundas, en la línea de costa o zonas marginales, extienden sus brotes por encima de la superficie.

##### **2. Hidrófitas de hojas flotantes**

Son hidrófitas enraizadas al suelo, con sus hojas flotando sobre la superficie del agua y sus órganos reproductivos flotantes o emergentes. Estas se dividen en rizomatosas o cormosas y estoloníferas.

##### **3. Hidrófitas enraizadas sumergidas**

Esta forma de vida incluye a las especies con las hojas enteramente sumergidas y los órganos reproductivos aéreos, flotantes o sumergidos. Pueden ser caulescentes, arrosetadas o taloideas.

#### **B. Hidrófitas libres:**

##### **1. Hidrófitas libre flotadoras**

Son las plantas que no están fijadas al sustrato, sus estructuras vegetativas y reproductoras flotan sobre la superficie del agua. Se

desarrollan en aguas someras, tranquilas y protegidas entre otras plantas acuáticas de mayor talla.

## 2. Hidrófitas libre sumergidas

Son aquellas plantas que no están arraigadas al sustrato y que sus estructuras vegetativas se encuentran sumergidas. Las estructuras reproductoras pueden estar sumergidas o emergentes.

Las macrófitas (se llaman así a las plantas acuáticas, subacuáticas y algas macroscópicas), presentan ciertas características anatómicas y fisiológicas que les permiten adaptarse al medio acuático. La restringida penetración de luz al agua crea condiciones similares al crecimiento de plantas de lugares densamente sombreados. Las hojas y tallos sumergidos tienen un incremento en la distribución de cloroplastos y una reducción en la cutícula. Hay una alta relación entre el área superficial y el volumen en las hojas, las cuales son frecuentemente disectadas o fenestradas. Los tallos contienen un extensivo sistema de espacios intercelulares, donde la difusión de gases disueltos puede ocurrir libremente. La absorción de gases es además facilitada por las delgadas paredes de la epidermis y sus tejidos internos (Fahn, 1990). La cutícula es usualmente ausente para órganos sumergidos, pero en algunas especies como *Elodea canadensis*, *Groenlandia densa*, *Hottonia palustris* y *Myriophyllum spicatum*, se ha reportado una muy delgada en la epidermis de tallos y hojas (Sculthorpe, 1967).

Los cloroplastos generalmente se presentan en todo el mesófilo de las hojas y en el cortex externo de muchos tallos. En hojas y tallos sumergidos los cloroplastos están en las células epidérmicas, siendo este además un rasgo común en dicotiledoneas de hábitats profundamente sombreados. En *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, *Potamogeton* y algunas angiospermas marinas (como *Zostera*), la epidermis es rica en cloroplastos tanto como los tejidos internos. En estas especies cortex y mesófilo funcionan principalmente como tejido de almacenamiento de almidón y lípidos. En las Podostomaceae los cloroplastos

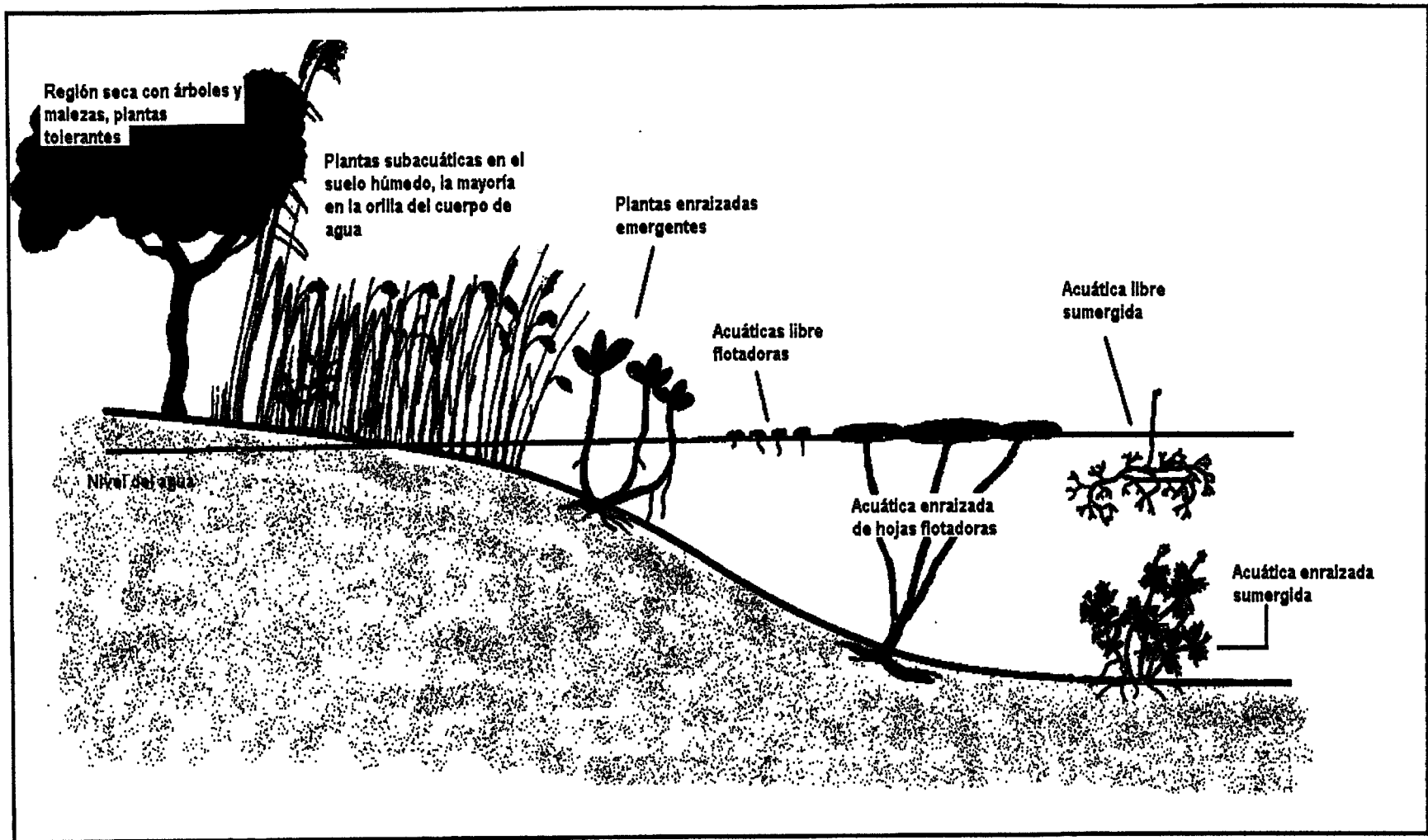


Figura 1. Formas de vida de las plantas vasculares acuáticas. Adaptado de Jeffries y Mills, 1994.

están además en la epidermis del pie del vástago. En muchas hidrófitas sumergidas la epidermis carece de estomas (Fahn, 1990).

En el cortex del tallo y el tejido de la base de los peciolos y mesófilo, excepto para hojas muy reducidas, existen pasajes esquizogénicos de aire o lagunas. Las lagunas ocurren en el cortex medio del tallo, el cortex exterior consiste de un parénquima o colénquima compacto, el cortex interior, quien rodea el cilindro vascular, también consiste de un denso parénquima. El número de lagunas, a través de un corte transversal, es frecuentemente característico de las especies y pueden estar dispuestas en un anillo, como en *Ceratophyllum* y *Myriophyllum* o en diferentes anillos, como en *Hippuris* (Fahn, 1990).

En algunos géneros especializados, ocurren células circundantes al tejido de las lagunas. En *Myriophyllum*, se forman células con cristales agrupados de oxalato de calcio. En *Brasenia*, glándulas de mucílago se proyectan dentro de las lagunas. En *Nuphar*, *Nymphaea* y *Victoria*, hay idioblastos esclerenquimatosos de una forma grotesca. Las lagunas son transversas a intervalos por platos o diafragmas, quienes refuerzan los órganos y pueden también eliminar el daño por trazas acuosas por enredos. Los diafragmas en tallos se forman muy comúnmente en los nodos, los cuales varían en estructura y desarrollo. En *Pontederia*, *Sagittaria*, *Potamogeton* y algunos otros géneros, los diafragmas son uno o algunas veces dos o tres células gruesas. Entre las células, característicos espacios intercelulares se desarrollan, especialmente en las células angulares (Fahn, 1990). En *Hippuris*, los espacios son ensanchados considerablemente y las células llegan a ser estrelladas (Arber, 1920). Las lagunas rara vez ocurren en las Podostomaceae (Metcalf y Chalk, 1950), probablemente por su crecimiento en aguas torrenciales que proporcionan abundante oxígeno (Cronquist, 1981).

El tejido más especializado establecido en el tallo y raíces respiratorias de muchas plantas acuáticas es el aerénquima (Fahn, 1990). Este funciona como un sistema transportador de aire en plantas anegadas, puede



desarrollarse en plantas cortas de suelo húmedo. Los espacios intercelulares de estas plantas se desarrollan principalmente por la desintegración de células (Kawase, 1979; Kawase y Whitmoyer, 1980). Las células fuertes sobreviven y llegan a ser más grandes, en tanto que las débiles, sueltas en el agua, son plasmolisadas y mueren (Kawase, 1979).

El sistema de raíces en hidrófitas es usualmente muy reducido, provee anclaje al suelo y el bombeo de agua y sales, siendo transportadas fuera de tallos y hojas. El sistema vascular es también muy reducido (Fahn, 1990).

En los ambientes lóticos la adaptación particular para vivir con un flujo rápido es evitar las corrientes fuertes o presentar estructuras de resistencia a este flujo (Jeffries y Mills, 1994). Las especies de plantas muestran cambios en hojas y brotes; en algunas especies de *Ranunculus*, las hojas y los brotes se reducen a angostos filamentos que secretan mucosidad. Esta mucosidad no se presenta en especies lóticas y es la que les permite soportar cambios osmóticos (Arber, 1920). Muchas especies que crecen dentro de la corriente, forman plumas rastreras, otras están menos adaptadas, mostrando cambios fenotípicos, heterofilia o individuos sumergidos generalmente cortos. También, las plantas en las corrientes pueden presentar ciclos anuales de crecimiento seguidos por la destrucción, pero las porciones de tallo restantes pueden restablecerse (Jeffries y Mills, 1994).

## **I. 2. LOS AMBIENTES LÓTICOS**

Dentro de los tipos de hábitats de agua dulce encontramos dos fundamentales: lénticos y lóticos (Franco, *et al.*, 1991). Los lénticos son aquellos en que el agua no fluye y se conserva estancada (lagos, lagunas y estanques, por ejemplo) (McKaughe, 1998). En éstos predominan las hidrófitas libre flotadoras en todo el cuerpo de agua, en los bordes las enraizadas emergentes y sumergidas,

así como las libres sumergidas (Martínez, com. pers.). Los ríos, arroyos y sus similares son llamados sistemas lóticos, sus formas físicas, historias y vida son dominadas por un flujo fuerte y unidireccional, además de que son relativamente poco profundos y tienen fondos inestables (Jeffries y Mills, 1994; McKauge, 1998).

La ecología de los hábitats lóticos difiere de los sistemas lénticos en la dominancia del flujo de agua, erosión, deposición y los procesos de formación del substrato, debido al flujo unidireccional (Jeffries y Mills, 1994). Aparte de la fuerza del agua, un factor importante en los sistemas lóticos es el tipo de sedimento. El tipo de sedimento influye en la topografía y la forma del cauce, la fuerza del agua se ve afectada por la captación y la pendiente del canal, variando esto con la erodabilidad de la roca. Aunque el tipo de substrato da la química básica y el ambiente nutritivo del río; el tipo de suelo, subsuelo y los impactos humanos (incluyendo el uso de tierras) pueden modificar esta química. Los tipos de roca resisten en distinta forma, dando origen a diferentes depósitos y lo más importante, fondos afectados por el tamaño de las partículas (Haslam, 1997).

### **I. 2. 1. La naturaleza de los hábitats lóticos**

Los ríos y arroyos con sus riberas forman corredores bien diferenciados en el paisaje (figura 2). Pueden ser rectos o mostrar diferentes fluctuaciones en su recorrido encontrándose en un equilibrio dinámico. Los diferentes canales o cauces contienen un mosaico de hábitats, creados principalmente por las interacciones flujo- substrato. Los patrones que se presentan son de alternancia de profundidades y velocidad de flujo. El patrón típico es una baja profundidad con un substrato grueso y generalmente flujo turbulento, llamado rápido. El patrón de agua profunda, con áreas de depositación lisas y un flujo laminar y lento se denomina poza. Las pozas y rápidos, solo ocurren en canales rectos y tienen un patrón de intervalos de espacio de cuatro a siete veces el ancho del canal. Cuando hay una corriente rápida, pero profunda, con un flujo turbulento, el patrón se llama corrida o remanso. Los rápidos, pozas y

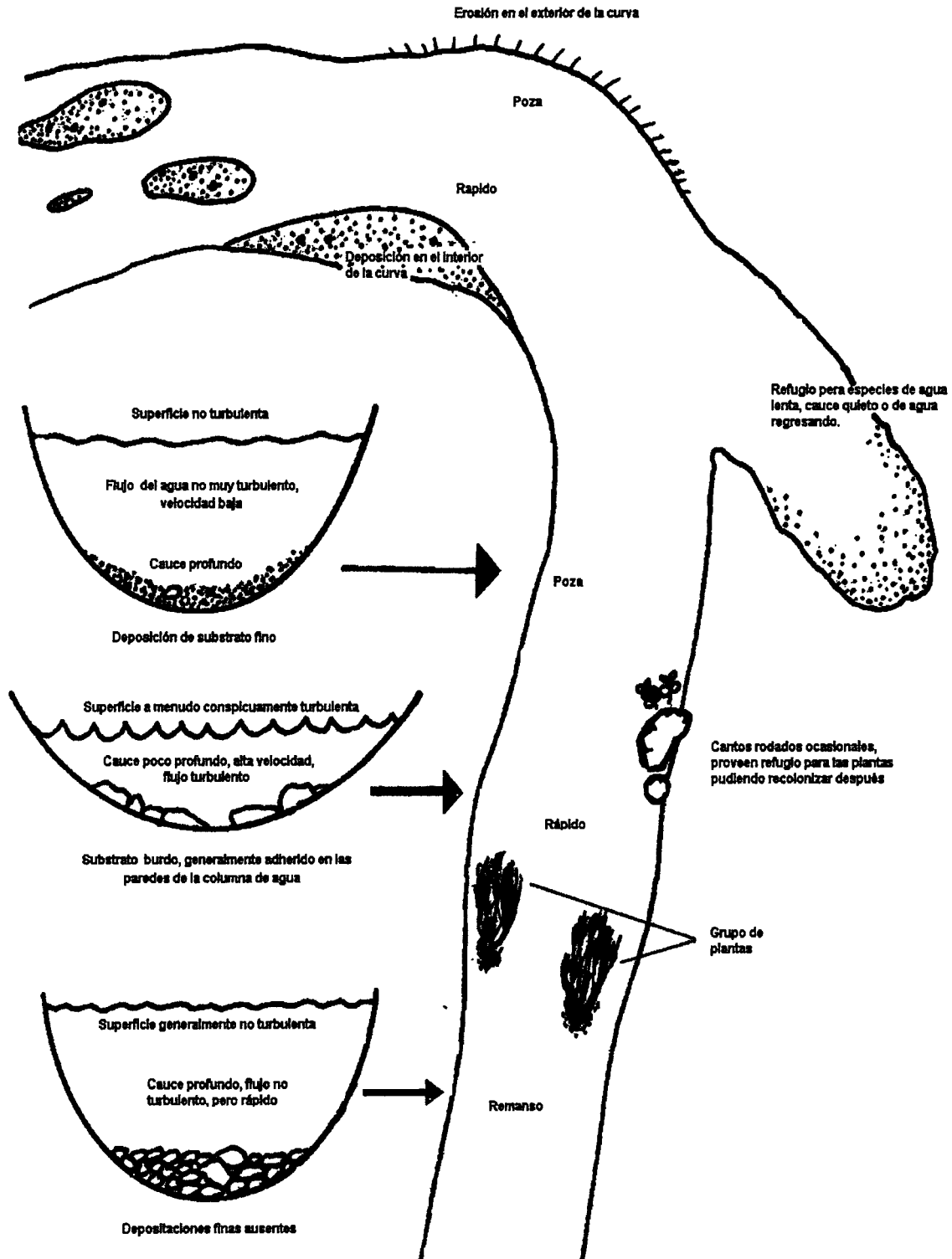


Figura 2. Tipos de hábitat en cauces de agua dulce. Se muestran los patrones de flujo, poza, remanso y rápido, así como su profundidad, corriente y tipo de sustrato. Adaptado de Jeffries y Mills, 1994.

remansos son hábitats distintos, con diferentes comunidades y se distinguen fácilmente en estudios prácticos (Jeffries y Mills, 1994).

### **I. 3. MEDIDAS DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA**

#### **I. 3. 1. Abundancia y riqueza de especies**

La abundancia de una especie es el número de individuos de esa especie en la comunidad. La abundancia relativa de una especie ( $P_i$ ) en una comunidad se refiere a la fracción con la que contribuye dicha especie a la abundancia total. La abundancia de una especie, puede estimarse en términos de número de individuos, biomasa por unidad de área, cobertura o con alguna otra unidad de estimación estadística. La elección debe hacerse con base en los caracteres de las especies que constituyen la comunidad por analizar, de tal manera que la unidad elegida tenga significancia biológica (Franco López, *et al.*, 1991) La abundancia relativa se puede determinar con la siguiente fórmula:

$$P_i = N_i / \sum N_i, \text{ donde}$$

$P_i$  = abundancia relativa de la especie  $i$

$N_i$  = número de individuos de la especie  $i$

$\sum N_i$  = número total de especies en la comunidad

(Franco López, *et al.*, 1991).

Los ecólogos definen la riqueza de especies como el número de especies en una comunidad (Ludwig y Reynolds, 1988). Dos factores que están correlacionados con la riqueza total de especies de hábitats acuáticos son la uniformidad y la finura del sustrato. La uniformidad se mide como el número de tipos diferentes de sustrato para cada sitio de estudio; la finura es el porcentaje en composición del sustrato basado en siete diferentes tipos: arcilla, limo, arena,

grava, guijarros, guijarros grandes y cantos rodados. La riqueza total de especies se incrementa al incrementarse la heterogeneidad del sustrato y es máxima en niveles intermedios de fineza de sustrato (Décamps y Tabacchi, 1995).

### **I. 3. 2. Los índices de diversidad**

La diversidad de especies es el número de especies distintas que conviven en un área geográfica determinada (Cordero y Morales, 1998), así que está formada por dos componentes: el número total de especies y la equitatividad o uniformidad (cómo se distribuye la abundancia entre las especies) en una comunidad (Cole, 1979; Ludwig y Reynolds, 1988 y Magurran, 1988).

La mayoría de los índices de diversidad toman en consideración el número de especies en una muestra y sus abundancias relativas (Mason, 1996). Los índices de diversidad y su aplicación para estudios acuáticos fueron descritos por Washington (1984) y Metcalfe (1989). La medida más frecuente es el índice de Shannon el cual supone que se toman individuos al azar de una gran población (Ludwig y Reynolds, 1988), y su valor se obtiene con la siguiente fórmula, siendo  $H'$  el índice de Shannon y  $P_i$  la abundancia relativa (explicada en la página anterior):

$$H' = -\sum P_i \log P_i$$

$$P_i = N_i / \sum N_i$$

Simpson en 1949 propone el primer índice de diversidad para estudios ecológicos. Este índice mide la probabilidad de que dos individuos de la misma población que sean tomados al azar, pertenezcan a la misma especie. El rango de variación de esta medida va de 0 a 1 (Ludwig y Reynolds, 1988); según se incremente  $\lambda$ , disminuye la diversidad (Magurran, 1988). El índice de Simpson ( $\lambda$ ) se expresa con la siguiente fórmula, donde el valor de  $P_i$  se obtiene utilizando la fórmula del párrafo anterior.

$$\lambda = \sum P_i^2$$

$\lambda$  = Índice de Simpson

$P_i$  = Abundancia relativa

Algunos autores (Wilhm y Dorris, 1968; Pinder y Farr, 1987) han aplicado los índices de Shannon y Simpson como indicadores de contaminación en agua dulce. Son utilizados para medir las respuestas a contaminantes orgánicos, pero pueden resultar inapropiados para detectar otras formas de contaminación. Los medios no contaminados se caracterizan muchas veces por un gran número de especies, y no por especies únicas que componen la mayor parte de la comunidad. Se obtiene la máxima diversidad en una comunidad, cuando un gran número de especies se presentan en relativamente bajo número de individuos (Mason, 1996).

### **I. 3. 3. Los números de diversidad**

Son medidas en unidades de número de especies, y fueron llamadas por Hill (1973) número efectivo de especies. Este número es una medida del grado de abundancias proporcionales que están distribuidas entre las especies. Hay tres números de diversidad: Número 0,  $N_0 = S$ , donde  $S$  es el número total de especies; Número 1,  $N_1 = e^{H'}$ , donde  $H'$  es el índice de Shannon, y Número 2,  $N_2 = 1/\lambda$ , donde  $\lambda$  es el índice de Simpson.

Explícitamente,  $N_0$  es el número de todas las especies en la muestra (sin tener en cuenta sus abundancias),  $N_2$  es el número de especies muy abundantes, y  $N_1$  mide el número de especies abundantes en la muestra ( $N_1$  siempre es intermedio entre  $N_0$  y  $N_2$ ) (Ludwig y Reynolds, 1988).

#### **I. 4. ÍNDICES DE INTEGRIDAD BIÓTICA**

La integridad biótica fue definida por Karr y Dudley (1981) como la capacidad de sostener y mantener una comunidad adaptada, integrada y equilibrada de organismos, teniendo una composición, diversidad y organización funcional comparable a los hábitats naturales de la región.

La integridad biótica debe presentar tres aspectos que son fundamentales: 1) la biota atraviesa una variedad de escalas en espacio y tiempo; 2) un ecosistema incluye no sólo elementos de biodiversidad, sino también a los procesos que producen y mantienen a estos elementos; y 3) los ecosistemas están encajados en contextos dinámicos de evolución y biogeografía (Lyons, 1999).

El índice de integridad biótica (IIB) fue desarrollado por el Dr. James Karr (1981) usando una pequeña corriente de agua caliente en Indiana e Illinois. La versión original tuvo 12 parámetros o medidas para comunidades de peces (Simon y Lyons, 1995). El IIB es una estimación de la integridad biótica (y la salud del ecosistema), no es una medida exacta. Estos valores varían en espacio y tiempo a causa de variaciones naturales y “errores” de muestreo. Es necesario hacer una estimación de la variación inherente de cada versión del IIB (Lyons, 1999).

El IIB no es un análisis de la comunidad, sino un análisis de varios niveles jerárquicos de la biología que usa una muestra del ensamblaje (Simon y Lyons, 1995). Son muchos los aspectos que incluyen la salud de un ecosistema acuático, como calidad del agua, hidrología, calidad del hábitat, interacciones bióticas, energéticas y nutritivas, entre otros. Esta salud es la que nos da la integridad de la comunidad biótica. Prácticamente, un IIB incluye sólo uno o dos grupos taxonómicos, no la comunidad entera (Lyons, 1999).

Los mejores IIBs tienen tres características:

- Presentan aspectos múltiples, tienen muchas características diferentes dentro de la comunidad (métricos), los cuales pueden ser cuantificables.
- Comprenden la variación natural.
- Cuentan con relaciones empíricas con degradación, los cambios se observan, está basado en datos reales (Lyons, 1999).

Los métricos o medidas que se utilizan para conocer dicho índice deben estar basados en diversidad (estructura), composición y organización funcional de las especies dentro de la comunidad. Cada ecosistema es diferente, así que deben utilizarse fuentes comunes de variación natural. Para plantas vasculares de ecosistemas acuáticos como ríos y arroyos se podrían utilizar variaciones como el tamaño y temperatura del cuerpo de agua, inclinación, profundidad, turbidez, variaciones en el volumen y flujo y tipo de corriente (Lyons, 1999).

Uno de los primeros pasos es generar valores esperados en hábitats naturales, sin impactos o con poco daño humano, éstos son los valores “naturales” de los métricos. En cuerpos de agua dulce, se necesita para estos valores por lo menos alguno de los siguientes datos:

1. Datos históricos específicamente de los cuerpos de agua en estudio, antes de sufrir alguna degradación.
2. Datos recientes sobre otros cuerpos de agua sin impacto, estos sitios serían una referencia para el trabajo.
3. Datos históricos sobre los sitios de referencia.
4. Si no hay alguno de los datos anteriores, se buscan datos de otros sitios, aunque no sean comparables con el trabajo.

Se tiene que probar cada IIB con datos independientes (muestras y/o sitios). Una prueba con los mismos datos usados para desarrollar un IIB tiene valor, pero no es suficiente. Para hacer pruebas con datos independientes, son



necesarias muestras de sitios en la distancia completa de degradación ambiental, de un sitio muy bueno (sin impactos o pocos) hasta uno muy impactado (Lyons, 1999).

En el presente trabajo se evalúan las comunidades aplicando un IIB para plantas acuáticas y subacuáticas, teniendo en cuenta si los sitios están impactados o no, el tipo de suelo, si las plantas son nativas, introducidas o endémicas y la tolerancia de estas especies a la degradación.

## II. ANTECEDENTES

Los trabajos dedicados exclusivamente a plantas acuáticas se inician en 1920 con Agnes Arber y a partir de este año se han hecho infinidad de estudios (Sculthorpe, 1967). Arber (1920), cita trabajos desde 1578, aunque estos se enfocan a uno o pocos grupos de plantas acuáticas. El conocimiento de la vegetación acuática y subacuática de México es aún fragmentario y en grandes áreas ésta no se ha estudiado en absoluto (Rzedowski, 1978).

En nuestro país hay aproximadamente 50 publicaciones sobre plantas acuáticas, principalmente sobre temas de taxonomía, florística, fitogeografía y ecología (Bonilla-Barbosa y Novelo, 1995). Hay unos diez trabajos sobre la vegetación acuática vascular de medios dulceacuícolas en lagos y lagunas (Ramos y Novelo, 1993). En ríos y arroyos se encuentran reportados trabajos por Novelo y Philbrick (1997) y Quiroz, *et al.* (1997) con la familia Podostemaceae. Para la región centro-sur de la República Mexicana, Taboada y colaboradores (1997), registran aproximadamente diez trabajos sobre diversidad, 33 sobre plantas acuáticas y uno sobre diversidad de éstas en medios dulceacuícolas.

El desarrollo de índices basados en la composición de plantas acuáticas en relación al estado de nutrientes en ríos está en desarrollo. Se han calculado especialmente en Francia y Reino Unido, aunque la mayoría de éstos están diseñados solo para describir la vegetación, más que para relacionarla con la calidad de agua. La interpretación de los resultados es complicada, ya que hay sitios donde se dan cambios a largo plazo en la concentración de nutrientes en el agua y algunas especies de plantas enraizadas toman sus nutrientes tanto del agua como de los sedimentos (Kelly y Whitton, 1998). En México Quiroz, *et al.* (1997) hicieron una evaluación preliminar sobre la relación de nutrientes y factores químicos del agua con la distribución de las Podostemaceas.

## **II. 1. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO PÁNUCO Y LA ZONA DE ESTUDIO**

Los recursos hídricos de México están constituidos por ríos, arroyos, lagos y lagunas, así como por almacenamientos subterráneos y grandes masas de agua oceánica. En México existen cerca de 42 ríos principales que transcurren en tres vertientes: occidental o del Océano Pacífico, oriental o del Océano Atlántico (Golfo de México y Mar Caribe), y la interior, cuyos ríos desembocan en lagunas interiores (INEGI 1995). En la vertiente del Pacífico están las cuencas de los ríos Yaqui, Fuerte, Mezquital, Lerma-Santiago y Balsas; en la costa del Golfo de México se encuentran las cuencas de los ríos Bravo, Pánuco, Papaloapan, Grijalva, y Usumacinta. Entre las cuencas endorreicas está la del río Nazas (de Alba y Reyes, 1998).

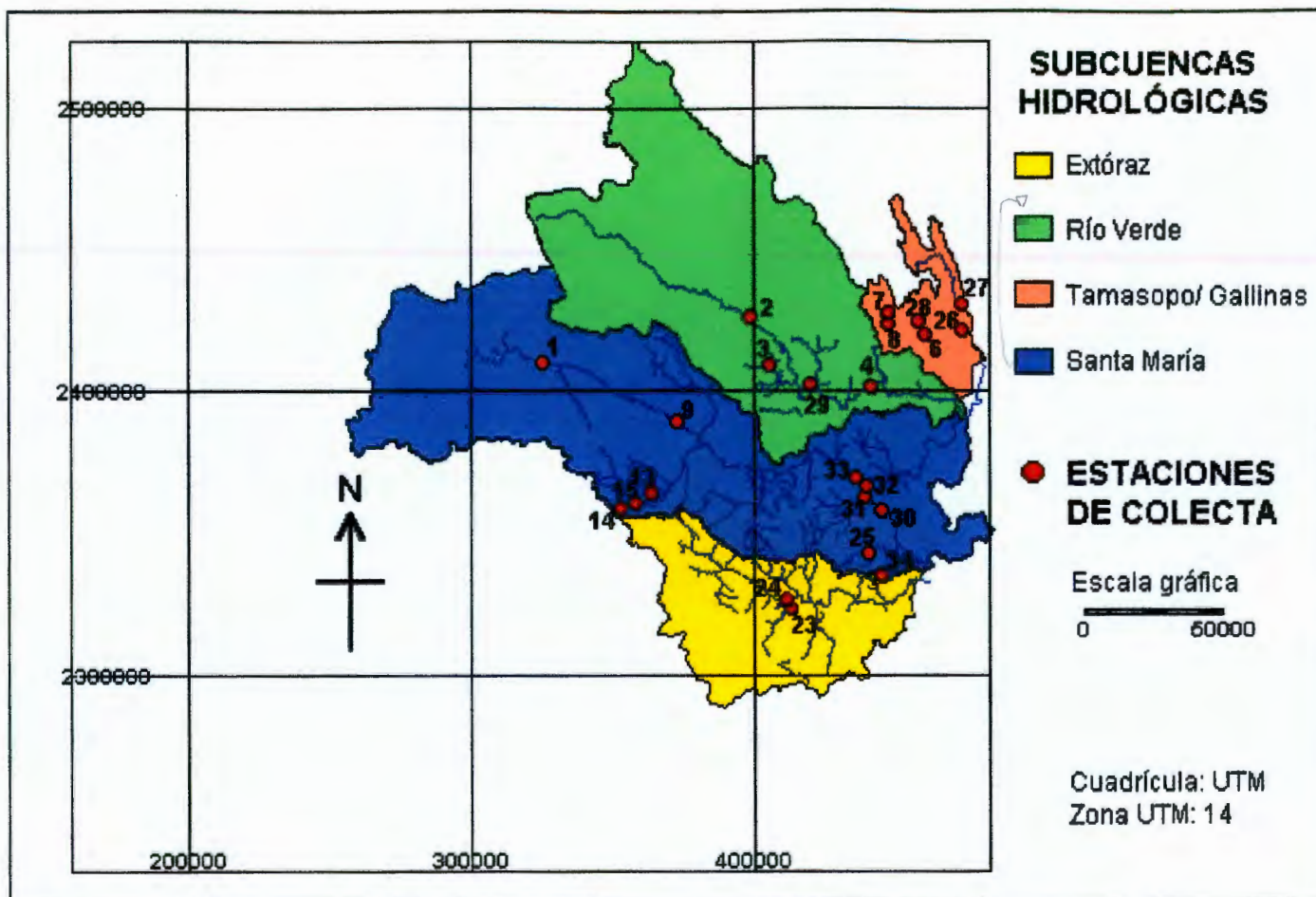
La región hidrológica "Río Pánuco", es una de las más importantes del país, pues ocupa el cuarto lugar por la superficie que abarca (84 956 km<sup>2</sup>) y el quinto por el volumen de sus escurrimientos (INEGI, 1986). Se localiza entre los 19° y 24° de latitud norte y los 97°45' y 101°20' de longitud oeste y está limitada por las siguientes cuencas hidrográficas: al norte, la del río Soto la Marina y la región de El Salado; al poniente por la del Lerma; al sur por la del río Balsas y al oriente por las de los ríos Tuxpan, Cazones y Tecolutla (SARH, 1975).

Debido a su extensión, la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SARH, 1975), la dividió en dos: la del "Alto Pánuco", integrada por las cuencas de los ríos Tula, y San Juan del Río, afluentes formadores del Moctezuma, y las que originan el río Amajac; y la del "Bajo Pánuco", constituida por los ríos Extóraz, Bajo Amajac, Tempoal, Moctezuma, Tamuín o Tampaón y Pánuco (INEGI, 1986).

El río Pánuco tiene su origen en el cerro La Bufa, en el estado de México -a 3800 msnm-, donde recibe la denominación de San Jerónimo, e inicia su recorrido con dirección norte hasta la población de Ixmiquilpan, Hidalgo; ahí

cambia su rumbo hacia el noroeste y al confundir con el río San Juan del Río es conocido como Moctezuma. A partir de esta zona sirve de límite natural entre Querétaro e Hidalgo y conserva ese nombre hasta que se une con el Tropaón, pues posteriormente es denominado Pánuco (INEGI, 1986). Hace así un largo recorrido de aproximadamente 600 km y su enorme caudal de 16,500 millones de metros cúbicos desemboca en el Golfo de México (INEGI, 1998).

La zona de estudio comprende 27 localidades de la cuenca del Pánuco, distribuidas en los estados de Querétaro, San Luis Potosí y Guanajuato. Se muestran en el apéndice 1 los datos de ubicación de cada una, las abreviadas por RC, BC, RP y PR no pertenecen al proyecto CONACYT-SIHGO. En el mapa 1 se observa su localización (exceptuando las que no pertenecen al proyecto).



Mapa 1. Localidades visitadas, las líneas azules representan los cauces. Las subcuencas están representadas por colores distintos.

### III. JUSTIFICACIÓN

El hombre ejerce una influencia intensa sobre gran parte de los medios acuáticos y su biota, que se ha dejado sentir de manera particularmente fuerte en las últimas décadas mediante la desecación de lagos, ciénagas y manantiales; la reducción de la capacidad de penetración del agua al subsuelo; el uso de grandes volúmenes de agua para riego y consumo humano, así como la regulación y entubamiento de cauces de ríos y arroyos. Tales actividades alteran, reducen o suprimen los hábitats acuáticos naturales y paralelamente afectan la vegetación circundante de estos sitios, provocando procesos de extinción en muchos lugares o transformaciones ecosistémicas notables (Ramos y Novelo, 1993; Rzedowski, 1978).

Frecuentemente, las plantas y las comunidades acuáticas tienen una tolerancia bastante limitada con respecto a los factores ambientales, y sólo se desarrollan si se presentan una serie de condiciones indispensables para su existencia, dentro de un intervalo de temperatura, luminosidad, pH, salinidad, pureza, concentración de oxígeno y otras (Rzedowski, 1978).

El estudio de las hidrófitas es importante, ya que son una fuente potencial de alimento para animales acuáticos (proveen gran parte de la producción primaria), proporcionan oxígeno para la respiración, así como sitios de protección y anidación; también funcionan como trampa o cedazo para compuestos orgánicos disueltos y nutrientes inorgánicos. Además, contribuyen al equilibrio del ambiente acuático y estabilizan el sedimento por medio de sus raíces, evitando la erosión de los bordes de los cuerpos de agua (Bonilla-Barbosa y Novelo, 1995). Como problema también es importante estudiarlas, ya que algunas como el lirio acuático (considerado como maleza), crecen en forma masiva e invasora, desplazando y sustituyendo a las especies nativas de los cuerpos de agua; además el lirio eleva los índices de evaporación e impide del

paso de la luz al fondo del cuerpo de agua, lo que trae como consecuencia la falta de alimento para especies animales (Miranda y Lot, 1999).

Los procesos bióticos y abióticos envueltos en medios de degradación de ecosistemas de agua dulce son normalmente complejos y sus efectos combinados no son fácilmente medibles. Estimar la salud del ecosistema podría ser un buen camino para asimilar los efectos totales de las actividades humanas en medios acuáticos. Una forma empírica y rápida sería utilizar índices de integridad biótica, los cuales nos dan un panorama amplio sobre el ecosistema. Hay muchas formas posibles de constituir un IIB y estos pueden ser modificados según la región geográfica y tipo de ecosistema de agua dulce (Simon y Lyons, 1995).

Se han hecho estudios en zonas aisladas en la cuenca del Pánuco, pero ninguno que abarque una zona tan amplia como es los estados de Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí; este trabajo contribuirá al escaso conocimiento que se tiene sobre diversidad de plantas acuáticas, además de ser parte de un trabajo multidisciplinario (investigando también especies riparias, algas, insectos, crustáceos, peces y parásitos de peces) sobre cuencas que no se ha hecho en el país, aportando conocimientos integrales sobre ríos y arroyos.

## **IV. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- ⌘ Describir las comunidades de plantas acuáticas y subacuáticas y su distribución en los ríos y arroyos de la cuenca del Río Pánuco.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- ⌘ Presentar una lista de las especies de plantas vasculares acuáticas, subacuáticas y tolerantes de ríos y arroyos, en la cuenca del Río Pánuco en los estados de Querétaro, San Luis Potosí y Guanajuato, detallando tipo y forma de vida.
- ⌘ Determinar la abundancia y diversidad de las plantas.
- ⌘ Comparar los índices y números de diversidad entre las diferentes localidades.
- ⌘ Comparar los tipos de hábitat (poza, remanso o rápido) en los que se desarrollan las plantas acuáticas estrictas.
- ⌘ Elaborar un índice de integridad biótica para plantas acuáticas en cada localidad, tomando en cuenta para cada especie tipo de sustrato, el origen (nativa, endémica o introducida) y su resistencia a la contaminación.
- ⌘ Con base en los datos anteriores, establecer un diagnóstico sobre la salud de cada localidad y de la región de la cuenca estudiada.



## **V. METODOLOGÍA**

### **V. 1. TRABAJO DE CAMPO**

#### **V. 1. 1. Visitas preliminares**

Se visitaron 27 localidades de la cuenca. En cada una se colectaron las plantas acuáticas, se anotó localidad, geoposición, altitud, tipo de vegetación circundante y fecha. Su ubicación está en el apéndice 1. Para cada planta se registró el tipo (tolerante, subacuática o acuática estricta), forma de vida (para las acuáticas y subacuáticas: enraizada de hojas flotantes, enraizada emergente, enraizada sumergida, libre flotadora, libre sumergida o de tallos postrados) y características fisonómicas como forma y color de sus estructuras.

#### **V. 1. 2. Muestreo**

Este trabajo forma parte del proyecto "Caracterización de comunidades biológicas de ambientes lóticos en las cuencas Lerma-Chapala y Pánuco (CONACyT-SIHGO)", se seleccionaron 27 lugares en los sistemas hidrológicos, Extóraz, Concá, Ayutla, Santa María y Río Verde, correspondientes al Río Pánuco. Cada sitio fue visitado por lo menos una vez. Por localidad se anotaron los datos geográficos y de altitud. El equipo técnico del proyecto tomó tipos de sustrato, factores fisicoquímicos del agua y tipos de hábitat en cada visita por localidad, utilizando esta información para la discusión del presente trabajo.

En la tabla 1 se muestra una relación del número de visitas, fecha y tipo de vegetación de cada localidad, los criterios utilizados para los tipos de vegetación son de Rzedowski (1978). El número que aparece para cada localidad fue designado de acuerdo al proyecto CONACyT-SIHGO.

**Tabla 1.** Número de visitas, fecha y tipos de vegetación encontrados en cada localidad.

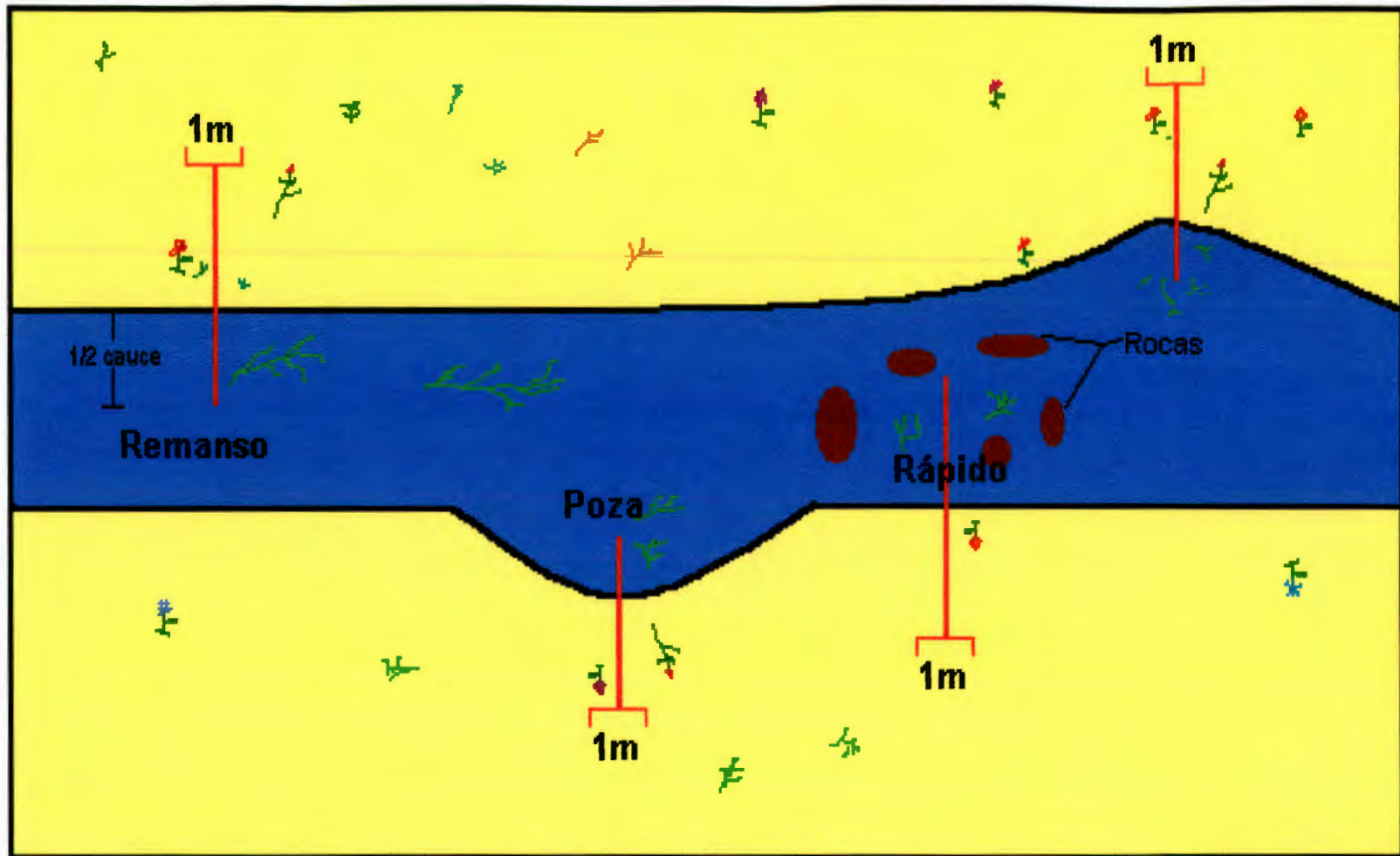
Localidad	Núm. de visitas	Fecha	Tipo de vegetación
Río Concá	1	4/05/97	Bosque de galería
Balneario Concá	1	5/05/97	Bosque tropical caducifolio
Río El Pueblito	1	30/09/97	Matorral xerófilo
Pte. Las Rosas	1	17/10/97	Bosque de galería
1	2	9/10/97, 1/08/98	Bosque de galería
2	2	10/10/97, 1/08/98	Matorral xerófilo/b. de galería
3	2	10/10/97, 1/08/98	Matorral xerófilo
4	2	10/10/97, 2/08/98	Bosque tropical caducifolio
6	1	11/10/97	Pastizal
7	2	11/10/97, 1/08/98	Bosque de galería
8	1	11/10/97	Bosque de galería
9	1	12/10/97	Matorral xerófilo
13	2	23/10/97, 7/08/98	Mat. xerófilo/ b. de coníferas
14	2	23/10/97, 7/08/98	Matorral xerófilo/Pastizal
15	1	23/10/97	Matorral xerófilo
23	2	3/05/97, 13/11/97	Bosque de galería
24	2	3/05/97, 13/11/97	Matorral xerófilo
25	2	13/11/97, 2/08/98	Bosque de galería
26	2	14/11/97, 2/08/98	Bosque tropical caducifolio
27	2	14/11/97, 2/08/98	Matorral xerófilo/ cultivos
28	2	14/11/97, 2/08/98	B. tropical subcaducifolio
29	2	14/11/97, 3/08/98	Bosque tropical caducifolio
30	2	15/11/97, 2/08/98	Bosque tropical caducifolio
31	2	15/11/97, 4/08/98	Bosque tropical caducifolio
32	2	15/11/97, 4/08/98	Bosque tropical caducifolio
33	2	15/11/97, 2/08/98	Bosque tropical caducifolio
34	1	16/11/97	Bosque de <i>Quercus</i>

El método en campo para los transectos está basado en uno de los ejercicios de las técnicas de Lewis y Taylor (1967), utilizando la parte que corresponde a vegetación. El número de estos transectos dependió de la estructura del cauce. Se hizo al menos un transecto en cada tipo de hábitat que presentara la localidad, estos podían ser poza, remanso o rápido.

Cada transecto se hizo de un metro de ancho desde la mitad del ancho del cauce (ver figura 3) hasta donde se observara un cambio en el tipo de sustrato, humedad en éste o cambio de tipo de vegetación (por ejemplo de vegetación subacuática y tolerante a matorral o especies características de otros tipos de vegetación), siendo esta distancia el límite para las especies tolerantes. En cada uno se midió el área, tanto terrestre (para las plantas tolerantes y subacuáticas) como acuática (para las acuáticas estrictas y las subacuáticas), siendo esta variable en cada transecto, ya que tanto ancho del cauce como área terrestre cambian para cada sitio. Para cada especie se contaron los individuos, se midió su cobertura aérea (ancho por largo), distancia del cauce y forma de vida. Se colectaron tres individuos de cada especie por localidad, uno para montaje y el resto para intercambio con otros herbarios.

## V. 2. TRABAJO DE HERBARIO

Cada especie se determinó y se cotejó con ejemplares de herbario. Se montó un ejemplar por localidad, estas plantas ingresaron al herbario Jerzy Rzedowski (QMEX) de la Universidad Autónoma de Querétaro. Para la determinación de varias especies se contó con la ayuda de algunas personas: Dra. Mahinda Martínez (acuáticas en general y Solanaceae), Dr. Luis Hernández (Hydroxylaceae, Iridaceae y Commelinaceae), M. en C. Maricela Gómez (Poaceae y Polypodiaceae), Biól. Gilberto Ocampo (plantas en general), Biól. Olivia Baltazar (Fabaceae y arbustivas) y Biól. Patricia Balderas (Asteraceae, especies ruderales y arvenses). Se abreviaron los autores según Brummitt y Powell (1992).



**Figura 3.** Método en campo utilizado para obtener la distribución y la diversidad de especies acuáticas y subacuáticas. El color azul representa el cauce y el amarillo la zona terrestre. El área de los transectos depende de el ancho del cauce y la distancia a la que se encuentran las especies tolerantes.

### **V. 3. TRABAJO DE GABINETE**

#### **V. 3. 1. Elaboración de tablas**

Con los datos tomados en campo se elaboraron tablas utilizando el programa Excel 5.0 de Windows, cada una arroja distintos datos relacionados con la diversidad de plantas en las localidades. A continuación se detalla cada una.

##### **Especies por localidad**

Esta tabla se organizó con las diferentes especies ordenadas alfabéticamente por género y las localidades visitadas. Se incluye también el tipo y/o forma de vida de cada planta.

##### **Diversidad**

Con los datos de número de individuos de cada especie por localidad, utilizando las fórmulas mostradas en la introducción del presente trabajo, se calculó el valor de Pi (proporción de número de individuos de la especie con respecto al total) por especie, los índices de Shannon y Simpson. El número de especies (no de individuos) y los dos índices fueron utilizados para calcular los números de diversidad  $N_0$ ,  $N_1$  y  $N_2$ . Se muestra cada localidad con los valores anteriores.

##### **Cobertura y valores de importancia**

Por transecto se midió la cobertura aérea de cada especie encontrada. Para algunas plantas (Poaceae, *Eleocharis* spp. y la mayoría de plantas acuáticas estrictas) solo se cuantificó el área, sin el número de individuos, porque es difícil distinguir la separación entre individuos, razón por la cual no se pudieron incluir en los índices de diversidad. Para las especies con número de individuos se multiplicó éste por el área de cada uno. Hubo especies que aparecieron en varios transectos, en este caso se sumaron las coberturas obteniendo como resultado el área total ocupada por la especie.

En la tabla 4 se obtuvo el valor de importancia para cada especie en cada localidad sumando Cr (cobertura relativa) y Tr (número de transectos en los que aparece la especie entre el total de transectos), obteniendo un valor máximo de 2 para aquella planta que está en todos los transectos ( $Tr=1$ ) y ocupa toda el área del transecto ( $Cr=1$ ). Estos datos fueron utilizados para ver las especies más representativas de la comunidad y su importancia con respecto al resto.

### **Distribución en el cauce**

Esta parte se enfoca solamente a las plantas acuáticas estrictas, se muestran las especies acuáticas en cada localidad y el tipo de hábitat (poza, remanso o rápido) en el que se encuentran. Finalmente se cuantifican las especies que aparecen en cada tipo de hábitat.

### **Índice de Integridad Biótica**

Se elaboró un Índice de Integridad Biótica (IIB) para el área estudiada tomando como base los parámetros de insolación directa y tipo de sustrato. *A priori* se seleccionaron los cinco mejores sitios, lugares que a simple vista parecieron no tener un gran impacto por el hombre. No se pudo elegir alguna localidad sin impacto, ya que todas mostraron al menos poca perturbación. Las cinco localidades fueron Fracción de Sánchez (sitio 1), Pirihuán (sitio 4), arroyo Manzanares (sitio 14), El Oasis (sitio 23) y las cascadas de Tamasopo (sitio 28). En estos cinco se sacaron los IIB como se detalla a continuación y después se probaron con las demás localidades. Se seleccionaron las especies (sin incluir número de individuos) que se desarrollan estrictamente en ríos y arroyos. Fueron eliminados los sitios con demasiada sombra (ya que en éstos las plantas acuáticas no se desarrollan), siendo las cascadas de Chubeje (sitio 25) y San Pedro Escanela (sitio 34). De acuerdo a información bibliográfica (Puig, 1976; Rzedowski, 1992a), se obtuvo para cada especie su origen, esto es, si es endémica, introducida o nativa, tomando los criterios de Rzedowski de Mega México 3 (1992b). Se tomó en cuenta también la tolerancia de las especies a medios contaminados, tomando como referencia a Miranda y Lot (1999), Olson

(1999) y Mitsch y Gosselink (2000). Según el número de especies por localidad se asignaron valores respecto al origen y la tolerancia, quedando finalmente con un valor de 100 la localidad con mayor Índice de Integridad Biótica. El origen de las especies ocupó 60 puntos como máximo y la tolerancia 40. Respecto al origen los valores se asignaron de la siguiente forma, siendo cada origen un métrico:

Origen	Número de especies	Puntos
Nativas	7-13	20
	4-6	10
	0-3	0
Introducidas	0-0	20
	1-2	10
	3 o más	0
Endémicas	1-1	20
	0-0	0

La tolerancia de las especies también estuvo dividida en tres métricos, quedando de la siguiente forma.

Tolerancia	Número de especies	Puntos
Tolerantes	0-0	10
	1-2	0
Tolerancia Media	0-0	10
	1-1	5
	2 o más	0
Intolerantes	2 o más	20
	1-1	10
	0-0	0

Las localidades fueron separadas por tipo de sustrato haciendo tres grupos: 1) rocas y cantos grandes, 2) cantos pequeños, grava y arena y 3) limo y arcilla, los datos de sustrato fueron obtenidos de las hojas de registro de los análisis de suelo tomados por el proyecto CONACYT-SIHGO. Esta separación se hizo para observar si había variaciones con respecto al valor del índice entre los tipos de sustrato. Así mismo, en la tabla se agregó el Índice de Calidad de Agua (ICA), para observar si había relación entre uno y otro Índices en cada localidad.

### **Relación de factores por localidad**

Con los parámetros de la tabla 7 (riqueza, número y abundancia de especies en transecto, individuos totales, porcentaje de acuáticas estrictas y de ambientes acuáticos y niveles de fosfato), se hicieron gráficas de dispersión de puntos y se corrió el programa de correlación de Spearman, con el objeto de observar si existe alguna relación entre estos factores y el valor de significancia entre ellos.



## VI. RESULTADOS

### VI. 1. Lista florística

Se colectaron 555 especímenes de plantas, con 343 morfoespecies, que corresponden a 56 familias, 159 géneros, 186 especies, 3 variedades y 28 plantas que no se pudieron determinar, que se presentan en la tabla 2. Dicha tabla muestra las especies ordenadas por género y su número de identificación en la primera columna, en la segunda columna se encuentra el tipo de forma de vida que presenta cada especie, las últimas columnas corresponden a la localidad. La ubicación de las localidades está en el apéndice 1. Las tres familias más ricas en especies fueron la Asteraceae, la Poaceae y la Cyperaceae. Las localidades con mayor riqueza de plantas fueron El Oasis, Arroyo Manzanares, Canoas, El Aguacate, Fracción de Sánchez y Cascadas de Tamasopo. Las localidades con bajo número de especies fueron El Realito y río Manzanares.

De acuerdo a la tabla 2 hubo 20 especies que se encontraron en más de 5 localidades, *Adiantum capillus-veneris*, *Aster subulatus*, *Baccharis salicifolia*, *Bidens odorata*, *Polygonum punctatum*, *Ricinus communis* y *Taxodium mucronatum* estuvieron en 8 y 9 localidades, de las cuales *Adiantum capillus-veneris*, *Baccharis salicifolia*, *Polygonum punctatum* y *Taxodium mucronatum* son especies de ambientes acuáticos y el resto son malezas. Las especies que se encontraron entre 5 y 7 localidades son *Arundo donax*, *Heimia salicifolia*, *Ludwigia peploides*, *Marsilea mollis* (en 7 localidades), *Asclepias curassavica*, *Bacopa monnieri*, *Commelina diffusa*, *Setaria geniculata* (en 6 localidades), *Eustoma exaltatum*, *Hydrocotyle verticillata*, *Plantago major*, *Rorippa narsturtium-aquaticum* y *Salix humboldtiana* (en 5 localidades).

**Tabla 2 .** Lista de especies en orden alfabético por género. En la segunda columna se presenta el tipo o forma de vida de planta acuática, indicados por las siguientes abreviaturas: T- tolerante, S- subacuática, EE- hidrófita enraizada emergente, ES- hidrófita enraizada sumergida, HF- hidrófita enraizada de hojas flotantes, LF- hidrófita libre flotadora, LS- hidrófita libre sumergida, Enr.-enredadera, TP- hidrófita de tallos postrados, A-árbol. El número o letra de localidad corresponde al descrito en el apéndice 1.

ESPECIE	TIPO Y/O F. VIDA	LOCALIDAD																										
		RC	BC	RP	PR	1	2	3	4	5	7	8	9	13	14	15	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1. <i>Abutilon ellipticum</i> Schtdl.	T																											
2. <i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	A																											
3. <i>Acacia pennatula</i> (Schtdl. & Cham.) Benth.	A																											
4. <i>Acalypha</i> sp.	T																											
5. <i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	S																											
6. <i>Agrostis semiverticillata</i> (Forssk.) C. Chr.	S																											
7. <i>Ambrosia codifolia</i> (A. Gray) Rayner	T																											
8. <i>Anagallis arvensis</i> L.	T																											
9. <i>Anemia adiantifolia</i> (L.) Sw.	S																											
10. <i>Anemia</i> sp.	S																											
11. <i>Anoda cristata</i> (L.) Schtdl.	T																											
12. <i>Archibaccharis hieraciifolia</i> Heering.	T																											
13. <i>Archibaccharis</i> sp.	T																											
14. <i>Arisaema dracontium</i> Schott.	T																											
15. <i>Arundo donax</i> L.	S																											
16. <i>Asclepias angustifolia</i> Schweigg	T																											
17. <i>Asclepias curassavica</i> L.	T																											
18. <i>Asclepias linaria</i> Cav.	T																											
19. <i>Asplenium exiguum</i> Bedd.	S																											
20. <i>Aster subulatus</i> Michx.	T																											
21. <i>Baccharis salicifolia</i> (Ruíz & Pav.) Pers.	A, T																											
22. <i>Baccharis</i> sp.	T																											
23. <i>Baccharis</i> sp.	T																											
24. <i>Baccharis</i> sp.	T																											
25. <i>Bacopa monneri</i> (L.) Wettst.	S, TP																											
26. <i>Bacopa procumbens</i> (Mill.) Greenm.	S, TP																											
27. <i>Bambusa</i> sp.	S																											
28. <i>Bambusa</i> sp.	S																											

















Tabla 2 (continuación)

ESPECIE	TIPO Y/O F. VIDA	LOCALIDAD																											
		RC	BC	RP	PR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	14	15	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
230. <i>Sida acuta</i> Burman f.	T																												
231. <i>Sida rhombifolia</i> J.Presl.	T																												
232. <i>Siphonoglossa greggi</i> Greenm. & C.H.Thomps.	T																												
233. <i>Sisyrinchium scabrum</i> Schltld. & Cham.	S																												
234. <i>Solanum americanum</i> Mill.	T																												
235. <i>Solanum eleagnifolium</i> Cav.	T																												
236. <i>Solanum skutchii</i> Correll.	T																												
237. <i>Spigelia loniflora</i> M.Martens & Galeotti	S																												
238. <i>Spilanthes oppositifolia</i> (Lam.) D'Arcy	T																												
239. <i>Spilanthes</i> sp.	T																												
240. <i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	LF																												
241. <i>Stachys parvifolia</i> M.Martens & Galeotti	T																												
242. <i>Stachys</i> sp.	T																												
243. <i>Stellaria ovata</i> Willd. & Schltld.	T																												
244. <i>Syngonium podophyllum</i> Schott	T																												
245. <i>Tagetes micrantha</i> Cav.	T																												
246. <i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	A																												
247. <i>Tectaria heracleifolia</i> (Willd.) Underw.	S																												
248. <i>Teucrium cubense</i> Jacq.	T																												
249. <i>Thelypteris interrupta</i> (Willd.) K.Iwats.	S																												
250. <i>Thelypteris patens</i> (Sw.) Small.	S																												
251. <i>Thelypteris</i> sp.	S																												
252. <i>Tibouchina mexicana</i> (D. Don.) Cogn.	T																												
253. <i>Tragus berteronianus</i> Schult.	S																												
254. <i>Tridax procumbens</i> L.	S																												
255. <i>Trifolium involucreatum</i> Ortega	T																												
256. <i>Tripogandra</i> sp.	T																												
257. <i>Typha dominguensis</i> Pers.	EE																												
258. <i>Urtica</i> sp.	T																												
259. <i>Vallesia glabra</i> (Cav.) Link	T																												
260. <i>Verbena litoralis</i> Humb., Bonpl.& Kunth	T																												
261. <i>Verbesina</i> sp.	T																												
262. <i>Viguiera</i> sp.	T																												







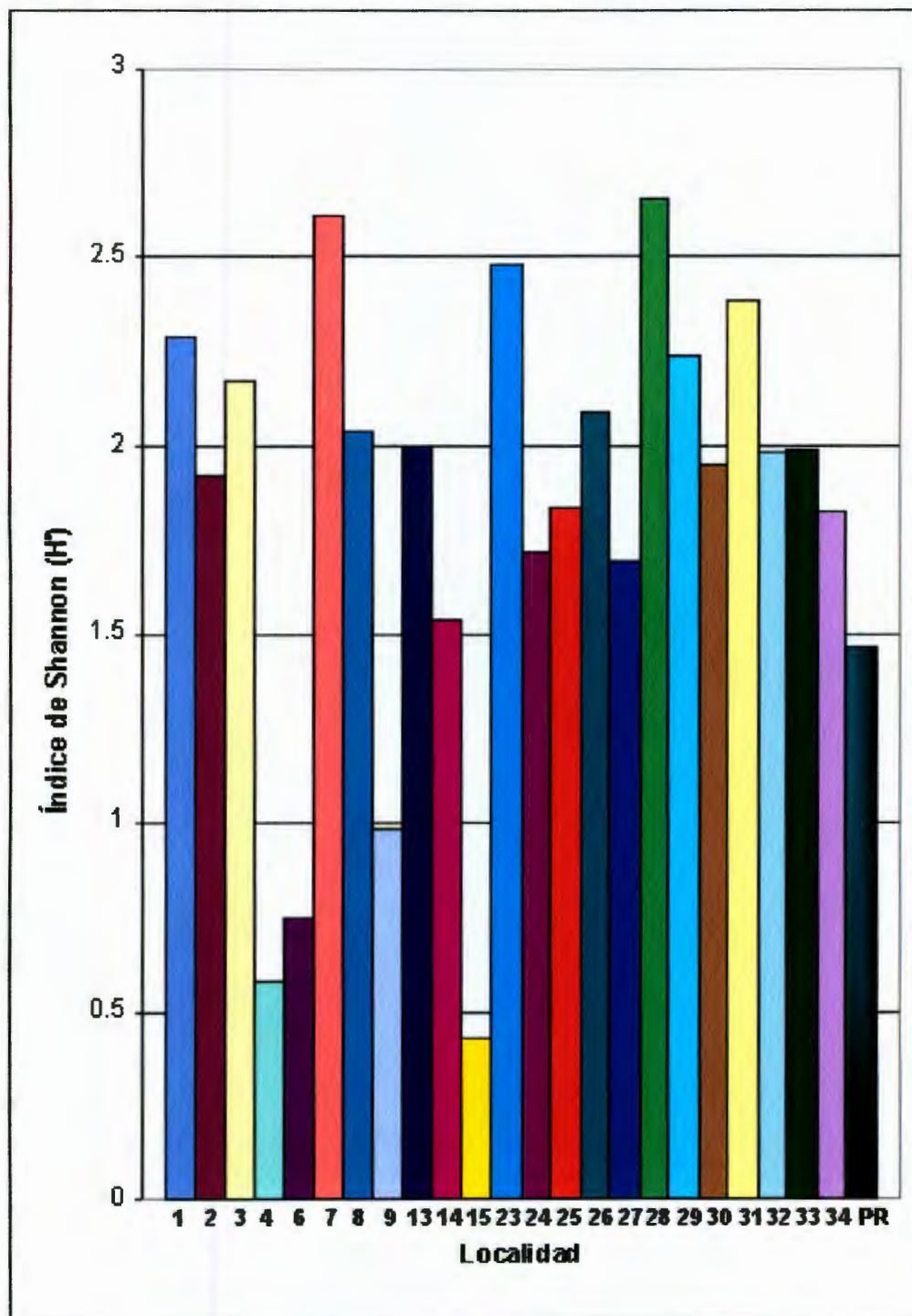
## VI. 2. Diversidad de especies

Los índices de diversidad se muestran en la tabla 3 y se resumen en las gráficas 1 (índice de Shannon) y 2 (inverso del índice de Simpson), donde la localidad más diversa es las Cascadas de Tamasopo (localidad 28) y la menos diversa Paso de Vaqueros II (río Manzanares, localidad 15). En dicha tabla se muestra la localidad, el número de individuos (# ind), el índice de Shannon [ $H' = -\sum P_i(-\ln P_i)$ ], el índice de Simpson ( $\lambda$ ) y N0, N1 y N2 representando los números de diversidad, donde N0 es el número de especies, N1 es el inverso del índice de Shannon e indica las especies abundantes en la muestra y N2 es el inverso del índice de Simpson e indica las especies muy abundantes en cada localidad.

**Tabla 3.** Índices y números de diversidad para cada localidad. En la primera columna se encuentra la localidad; # ind. es el total de individuos por localidad, H' es el índice de Shannon y  $\lambda$  el índice de Simpson. N0, N1 y N2 corresponden a los números de diversidad.

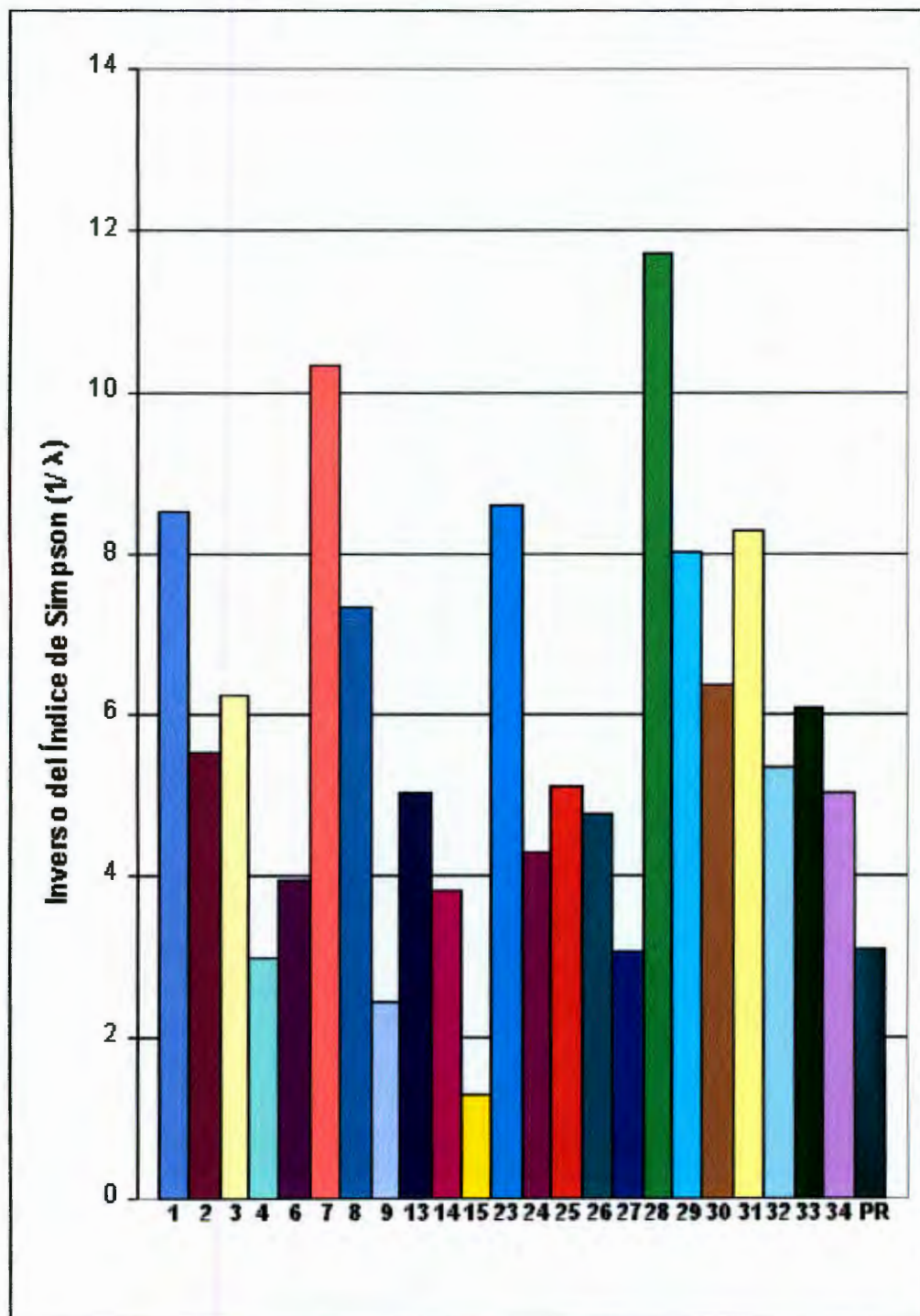
LOCALIDAD	# IND.	H'	$\lambda$	N0	N1	N2
Localidad 1. Fracción de Sánchez	28	2.29312	0.11735	12	9.90580	8.52174
Localidad 2. La Planta, La Hacienda	117	1.92127	0.180656	11	6.82959	5.53538
Localidad 3. Puente La Plazuela	47	2.17666	0.1607	14	2.57359	6.22278
Localidad 4. Pirhuán	24	0.58644	0.33333	6	1.79758	3.00003
Localidad 6. Potrero del Carnero	28	0.74528	0.25255	9	2.10703	3.95960
Localidad 7. Canoas	114	2.61388	0.09683	25	14.43059	9.65437
Localidad 8. Quinta Matilde	29	2.03979	0.13667	10	7.68892	7.31743
Localidad 9. El Realito	13	0.98396	0.40828	3	2.67503	2.44928
Localidad 13. San Salvador de Ahorcados	55	2.00090	0.19933	13	7.45614	5.01658
Localidad 14. Paso de Vaqueros I, arroyo Manzanares	24	1.53677	0.26041	6	4.64955	3.84009
Localidad 15. Paso de Vaqueros II, río Manzanares	26	0.43107	0.78994	3	1.53890	1.26592
Localidad 23. El Oasis	64	2.48268	0.11621	20	11.97295	8.60733
Localidad 24. Extóraz	30	1.71930	0.23333	8	5.58062	4.28578
Localidad 25. Chubeje	26	1.83757	0.19527	8	6.28113	5.12111
Localidad 26. Carpintero	80	2.08768	0.20967	16	8.06650	4.76780
Localidad 27. Río Rascón	223	1.69286	0.32693	16	4.79206	2.95884
Localidad 28. Las Cascadas, Tamasopo	56	2.65982	0.08546	19	0.08546	11.69727
Localidad 29. El Rodeo	21	2.24032	0.12472	11	9.39653	8.01732
Localidad 30. El Trapiche, río Jalpan	26	1.94860	0.1568	8	7.01878	6.37714
Localidad 31. El Aguacate, río Ayutla	57	2.38692	0.12096	17	10.87961	8.26720
Localidad 32. Río Santa María	30	1.98523	0.18666	7	7.28065	5.35762
Localidad 33. El Carrizal	44	1.99318	0.16426	10	7.33885	6.08717
Localidad 34. San Pedro Escanela	23	1.82425	0.19849	8	6.19821	5.03829
Localidad PR. Puente las Rosas, río Moctezuma	73	1.46729	0.32332	9	4.33738	3.09272

Gráfica 1. Índice de diversidad de Shannon (H') por localidad.





**Gráfica 2.** Inverso del índice de Simpson ( $1/\lambda$ ) en cada localidad.





### VI. 3. Valores de importancia

La tabla 4 corresponde a los valores de importancia de las especies encontradas dentro de los transectos. Se utilizaron las coberturas relativas ( $Cr$ = cobertura de la especie entre la cobertura de todas las especies) y el número de transectos relativo en el que aparecieron las especies ( $Tr$ = número de transectos en el que aparece la especie entre el número total de transectos). La suma de estos dos valores corresponde al valor de importancia de cada especie en la localidad. En el apéndice 2 se resume el valor de importancia por especie, sin tomar en cuenta la localidad en la que aparecen dichas especies. La especie con mayor valor de importancia es *Baccharis salicifolia*, siendo esta un arbusto o árbol común de los sistemas acuáticos. Por localidad, las especies más importantes fueron las siguientes:

#### Localidad PR. Puente Las Rosas

246. *Taxodium mucronatum*

86. *Eichhornia crassipes*

305. *Poaceae*

#### Localidad 1. Fracción de Sánchez

25. *Bacopa monneri*

123. *Hydrocotyle verticillata*

15. *Arundo donax*

#### Localidad 2. La Planta, La Hacienda

21. *Baccharis salicifolia*

238. *Spilanthes oppositifolia*

191. *Polygonum lapathifolium*

#### Localidad 3. Puente La Plazuela

257. *Typha dominguensis*

298. Poaceae

174. *Paspalum* sp.

Localidad 4. Pirihuán

165. *Panicum* sp.

201. *Potamogeton pusillus*

63. *Cyperus* sp.

Localidad 6. Potrero del Carnero

129. *Ipomoea decasperma*

238. *Spilanthes oppositifolia*

229. *Setaria geniculata*

302. Poaceae

Localidad 7. Canoas

249. *Thelypteris interrupta*

5. *Adiantum capillus-veneris*

116. *Heimia salicifolia*

Localidad 8. Quinta Matilde

157. *Najas guadalupensis*

327. Sin determinar

303. Poaceae

218. *Salvia reflexa*

91. *Eleocharis*

Localidad 9. El Realito, Mineral del Refugio

21. *Baccharis salicifolia*

Localidad 13. San Salvador de los Ahorcados

21. *Baccharis salicifolia*

61. *Cyperus pseudovegetus*

6. *Agrostis semiverticillata*

Localidad 14. Paso de Vaqueros I, arroyo Manzanares

265. *Zannichellia palustris*

319. *Lilaeopsis schafneriana*

97. *Equisetum hyemale*

Localidad 15. Paso de Vaqueros II, río Manzanares

22. *Baccharis* sp.

Localidad 23. El Oasis

216. *Salix nigra*

277. *Asteraceae*

208. *Ricinus communis*

Localidad 24. Río Extóraz

21. *Baccharis salicifolia*

55. *Cynodon* sp.

208. *Ricinus communis*

Localidad 25. Cascadas de Chubeje

186. *Platanus mexicana*

5. *Adiantum capillus- veneris*

9. *Anemia adiantifolia*

Localidad 26. Carpintero

92. *Eleocharis* sp.

75. *Dryopteris* sp.

5. *Adiantum capillus- veneris*

Localidad 27. Río Rascón

128. *Inga* sp.

140. *Lobelia purpusii*

27. *Bambusa* sp.

Localidad 28. Tamasopo, balneario La Cascada

15. *Arundo donax*

28. *Bambusa* sp.

229. *Setaria geniculata*

290. Cucurbitaceae

Localidad 29. El Rodeo

43. *Cenchrus ciliaris*

123. *Hydrocotyle verticillata*

2. *Acacia farnesiana*

Localidad 30. El Trapiche, río Jalpan

246. *Taxodium mucronatum*

122. *Hydrocotyle umbellata*

82. *Echinochloa* sp.

Localidad 31. El Aguacate, río Ayutla

167. *Panicum* sp.

239. *Spilanthes* sp.

260. *Verbena litoralis*

Localidad 32. Río Santa María

2. *Acacia farnesiana*

216. *Salix nigra*

151. *Marsilea mollis*

Localidad 33. El Carrizal

- 42. *Capraria biflora*
- 151. *Marsilea mollis*
- 56. *Cynodon dactilon*

Localidad 34. San Pedro Escanela, río Escanela

- 225. *Selaginella hoffmanii*
- 283. Asteraceae
- 244. *Syngonium podophyllum*

**Tabla 4.** Valores de importancia por especie en cada localidad.

Los números de la primera columna representan las especies de la tabla 1, Cr y Tr son las coberturas y número de transectos relativos,  $\Sigma$  Cr+Tr representa el valor de importancia para cada especie.

**Localidad 1. Fracción de Sánchez**

# SP	COB.IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	$\Sigma$ Cr+Tr
25	2.5004	0.22117	0.57143	0.16667	0.38784
123	2.13	0.18841	0.57143	0.16667	0.35507
15	3.036	0.26854	0.28571	0.08333	0.35188
213	1.1	0.09730	0.28571	0.08333	0.18063
87	0.8	0.07076	0.28571	0.08333	0.15410
30	0.75	0.06634	0.14286	0.04167	0.10801
61	0.15	0.01327	0.28571	0.08333	0.09660
16	0.36	0.03184	0.14286	0.04167	0.07351
194	0.3125	0.02764	0.14286	0.04167	0.06931
111	0.09	0.00796	0.14286	0.04167	0.04963
46	0.03	0.00265	0.14286	0.04167	0.04432
119	0.02	0.00177	0.14286	0.04167	0.04344
209	0.0195	0.00172	0.14286	0.04167	0.04339
143	0.007	0.00062	0.14286	0.04167	0.04229
	11.3054	1	3.42857	1	2

**Localidad 2. La Planta, La Hacienda**

# SP	COB.IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	$\Sigma$ Cr+Tr
21	8	0.45698	0.2	0.04762	0.50460
118	2.2024	0.12581	0.6	0.14286	0.26866
191	1.3064	0.07462	0.8	0.19048	0.26510
214	0.862500	0.04927	0.4	0.09524	0.14451
15	1	0.05712	0.2	0.04762	0.10474
296	1	0.05712	0.2	0.04762	0.10474
321	1	0.05712	0.2	0.04762	0.10474
60	0.72	0.04113	0.2	0.04762	0.08875
25	0.7	0.03999	0.2	0.04762	0.08760
320	0.3	0.01714	0.2	0.04762	0.06476
133	0.16	0.00914	0.2	0.04762	0.05676
84	0.10	0.00571	0.2	0.04762	0.05333
30	0.09	0.00514	0.2	0.04762	0.05276
185	0.04	0.00228	0.2	0.04762	0.04990
209	0.025000	0.00143	0.2	0.04762	0.04905
	17.5063	1	4.2	1	2

Tabla 4 (continuación)

**Localidad 3. Puente La Plazuela**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
257	7.29	0.45302	0.4	0.11765	0.57066
298	2	0.12428	0.2	0.05882	0.18311
174	0.6	0.03729	0.4	0.11765	0.15493
61	1.12	0.06960	0.2	0.05882	0.12842
190	1.0125	0.06292	0.2	0.05882	0.12174
15	1	0.06214	0.2	0.05882	0.12097
57	1	0.06214	0.2	0.05882	0.12097
80	1	0.06214	0.2	0.05882	0.12097
88	0.36	0.02237	0.2	0.05882	0.08119
144	0.2	0.01243	0.2	0.05882	0.07125
269	0.16	0.00994	0.2	0.05882	0.06877
323	0.16	0.00994	0.2	0.05882	0.06877
297	0.09	0.00559	0.2	0.05882	0.06442
324	0.09	0.00559	0.2	0.05882	0.06442
208	0.0096	0.00060	0.2	0.05882	0.05942
	16.0921	1	3.4	1	2

**Localidad 4. Pirihuán**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
165	12	0.50378	0.25	0.07143	0.57521
201	4.5	0.18892	0.25	0.07143	0.26035
63	1.84	0.07725	0.5	0.14286	0.22010
123	1.5	0.06297	0.5	0.14286	0.20583
300	0.6	0.02519	0.5	0.14286	0.16805
157	1.5	0.06297	0.25	0.07143	0.13440
299	1	0.04198	0.25	0.07143	0.11341
25	0.3	0.01259	0.25	0.07143	0.08402
89	0.3	0.01259	0.25	0.07143	0.08402
270	0.16	0.00672	0.25	0.07143	0.07815
15	0.12	0.00504	0.25	0.07143	0.07647
	23.82	1	3.5	1	2

**Localidad 6. Potrero del Carrero**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
129	4	0.40547	0.5	0.09091	0.49638
238	2	0.20274	0.5	0.09091	0.29365
229	1	0.10137	0.5	0.09091	0.19228
302	1	0.10137	0.5	0.09091	0.19228
46	0.72	0.07299	0.5	0.09091	0.16389
301	0.48	0.04866	0.5	0.09091	0.13957
30	0.24	0.02433	0.5	0.09091	0.11524
169	0.24	0.02433	0.5	0.09091	0.11524
59	0.12	0.01216	0.5	0.09091	0.10307
20	0.0625	0.00634	0.5	0.09091	0.09724
230	0.0025	0.00025	0.5	0.09091	0.09116
	9.865	1	5.5	1	2

Tabla 4 (continuación)

Localidad 7. Canoas						
# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr*Tr	
249	2.37	0.20158	0.25	0.03448	0.23606	
5	0.765	0.06507	0.75	0.10345	0.16852	
116	1.06	0.09016	0.5	0.06897	0.15912	
206	0.922	0.07842	0.5	0.06897	0.14739	
211	1.25	0.10632	0.25	0.03448	0.14080	
326	1	0.08506	0.25	0.03448	0.11954	
68	0.9	0.07655	0.25	0.03448	0.11103	
225	0.72	0.06124	0.25	0.03448	0.09572	
33	0.6	0.05103	0.25	0.03448	0.08552	
158	0.36	0.03062	0.25	0.03448	0.06510	
151	0.3	0.02552	0.25	0.03448	0.06000	
314	0.25	0.02126	0.25	0.03448	0.05575	
62	0.18	0.01531	0.25	0.03448	0.04979	
162	0.18	0.01531	0.25	0.03448	0.04979	
179	0.147	0.01250	0.25	0.03448	0.04699	
325	0.12	0.01021	0.25	0.03448	0.04469	
47	0.108	0.00919	0.25	0.03448	0.04367	
31	0.09	0.00766	0.25	0.03448	0.04214	
248	0.09	0.00766	0.25	0.03448	0.04214	
348	0.09	0.00766	0.25	0.03448	0.04214	
197	0.08	0.00680	0.25	0.03448	0.04129	
11	0.0625	0.00532	0.25	0.03448	0.03980	
226	0.0625	0.00532	0.25	0.03448	0.03980	
125	0.04	0.00340	0.25	0.03448	0.03788	
242	0.01	0.00085	0.25	0.03448	0.03533	
	11.757	1	7.25	1	2	

Localidad 8. Quinta Matilde						
# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr*Tr	
157	4.005	0.39439	0.75	0.17647	0.57086	
327	1	0.09847	0.25	0.05882	0.15730	
303	1	0.09847	0.25	0.05882	0.15730	
218	1	0.09847	0.25	0.05882	0.15730	
91	1	0.09847	0.25	0.05882	0.15730	
225	0.3125	0.03077	0.5	0.11765	0.14842	
180	0.1575	0.01551	0.5	0.11765	0.13316	
20	0.75	0.07386	0.25	0.05882	0.13268	
30	0.3	0.02954	0.25	0.05882	0.08837	
273	0.24	0.02363	0.25	0.05882	0.08246	
173	0.24	0.02363	0.25	0.05882	0.08246	
182	0.09	0.00886	0.25	0.05882	0.06769	
69	0.06	0.00591	0.25	0.05882	0.06473	
	10.155	1	4.25	1	2	



Tabla 4 (continuación)

**Localidad 9. El Realito**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
21	13	0.93057	0.75	0.5	1.43057
304	0.91	0.06514	0.5	0.33333	0.39847
151	0.06	0.00429	0.25	0.16667	0.17096
	13.97	1	1.5	1	2

**Localidad 13. San Salvador de Ahorcados**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
21	27.28	0.8766067	1	0.22727	1.10388
61	0.2625	0.0084351	0.6	0.13636	0.14480
6	0.72	0.0231362	0.4	0.09091	0.11405
20	0.225	0.0072301	0.4	0.09091	0.09814
66	0.6	0.0192802	0.2	0.04545	0.06473
89	0.4375	0.0140585	0.2	0.04545	0.05951
116	0.32	0.0102828	0.2	0.04545	0.05574
2	0.3	0.0096401	0.2	0.04545	0.05509
207	0.27	0.0086761	0.2	0.04545	0.05413
87	0.2	0.0064267	0.2	0.04545	0.05188
261	0.18	0.0057841	0.2	0.04545	0.05124
262	0.16	0.0051414	0.2	0.04545	0.05060
171	0.09	0.002892	0.2	0.04545	0.04835
36	0.075	0.00241	0.2	0.04545	0.04786
	31.12	1	4.4	1	2

**Localidad 14. Paso de Vaqueros I, arroyo Manzanares**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
265	4	0.43852	0.5	0.13333	0.57186
319	3	0.32889	0.25	0.06667	0.39556
97	0.85	0.09319	0.5	0.13333	0.22652
143	0.21	0.02302	0.5	0.13333	0.15636
119	0.6	0.06578	0.25	0.06667	0.13245
121	0.18	0.01973	0.25	0.06667	0.08640
155	0.09	0.00987	0.25	0.06667	0.07653
330	0.09	0.00987	0.25	0.06667	0.07653
151	0.0625	0.00685	0.25	0.06667	0.07352
59	0.02	0.00219	0.25	0.06667	0.06886
245	0.01	0.00110	0.25	0.06667	0.06776
185	0.009	0.00099	0.25	0.06667	0.06765
	9.1215	1	3.75	1	2

**Localidad 15. Paso de Vaqueros II, río Manzanares**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
22	9.405	0.94286	1	0.6	1.54286
18	0.49	0.04912	0.33333	0.2	0.24912
116	0.08	0.00802	0.33333	0.2	0.20802
	9.975	1	1.66667	1	2

Tabla 4 (continuación)

Localidad 23. El Oasis						
# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr	
216	9	0.3184544	0.5	0.10714	0.42560	
277	9	0.3184544	0.16667	0.03571	0.35417	
208	4.072	0.1440829	0.16667	0.03571	0.17980	
21	2.05	0.0725368	0.5	0.10714	0.17968	
46	1.025	0.0362684	0.5	0.10714	0.14341	
15	0.19	0.0067229	0.33333	0.07143	0.07815	
185	0.0134	0.0004741	0.33333	0.07143	0.07190	
263	1	0.0353838	0.16667	0.03571	0.07110	
318	1	0.0353838	0.16667	0.03571	0.07110	
30	0.32	0.0113228	0.16667	0.03571	0.04704	
54	0.3	0.0106151	0.16667	0.03571	0.04633	
278	0.1225	0.0043345	0.16667	0.03571	0.04005	
230	0.0625	0.0022115	0.16667	0.03571	0.03793	
81	0.04	0.0014154	0.16667	0.03571	0.03713	
335	0.0225	0.0007961	0.16667	0.03571	0.03651	
84	0.01	0.0003538	0.16667	0.03571	0.03607	
166	0.01	0.0003538	0.16667	0.03571	0.03607	
295	0.01	0.0003538	0.16667	0.03571	0.03607	
334	0.01	0.0003538	0.16667	0.03571	0.03607	
204	0.0036	0.0001274	0.16667	0.03571	0.03584	
28.2615		1	4.66667	1	2	

Localidad 24. Extóraz						
# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr	
21	2.025	0.45455	0.66667	0.15385	0.60839	
55	0.95	0.21324	1	0.23077	0.44401	
208	0.36	0.08081	0.66667	0.15385	0.23465	
216	0.36	0.08081	0.33333	0.07692	0.15773	
25	0.27	0.06061	0.33333	0.07692	0.13753	
234	0.24	0.05387	0.33333	0.07692	0.13080	
7	0.1875	0.04209	0.33333	0.0769231	0.11901	
279	0.04	0.00898	0.33333	0.07692	0.08590	
192	0.0225	0.00505	0.33333	0.07692	0.08197	
4.455		1	4.33333	1	2	

Localidad 25. Chubeje						
# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr	
186	108	0.98110	0.5	0.11111	1.09221	
5	0.37	0.00336	1	0.22222	0.22558	
9	1.26	0.01145	0.5	0.11111	0.12256	
236	0.1875	0.00170	0.5	0.11111	0.11281	
187	0.12	0.00109	0.5	0.11111	0.11220	
227	0.09	0.00082	0.5	0.11111	0.11193	
29	0.0288	0.00026	0.5	0.11111	0.11137	
199	0.024	0.00022	0.5	0.11111	0.11133	
110.0803		1	4.5	1	2	

Tabla 4 (continuación)

**Localidad 26. Carpintero**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
92	1.32	0.20822	0.33333	0.05556	0.26377
75	1.25	0.19718	0.33333	0.05556	0.25273
5	1	0.15774	0.33333	0.05556	0.21330
306	0.8	0.12619	0.33333	0.05556	0.18175
123	0.215	0.03391	0.66667	0.11111	0.14503
88	0.5	0.07887	0.33333	0.05556	0.13443
53	0.35	0.05521	0.33333	0.05556	0.11076
198	0.1875	0.02958	0.33333	0.05556	0.08513
266	0.1875	0.02958	0.33333	0.05556	0.08513
336	0.15	0.02366	0.33333	0.05556	0.07922
140	0.1	0.01577	0.33333	0.05556	0.07133
214	0.08	0.01262	0.33333	0.05556	0.06817
109	0.07	0.01104	0.33333	0.05556	0.06660
177	0.045	0.00710	0.33333	0.05556	0.06265
143	0.042	0.00663	0.33333	0.05556	0.06218
246	0.04	0.00631	0.33333	0.05556	0.06187
147	0.0025	0.00039	0.33333	0.05556	0.05595
	6.3395	1	6	1	2

**Localidad 27. Río Rascón**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
128	36.25	0.60615	0.66667	0.09091	0.69706
140	3.6549	0.06111	1	0.13636	0.19748
27	9	0.15049	0.33333	0.04545	0.19595
88	5	0.08361	0.33333	0.04545	0.12906
206	1.572	0.02629	0.66667	0.09091	0.11720
145	0.087	0.00145	0.66667	0.09091	0.09236
52	1	0.01672	0.33333	0.04545	0.06218
339	1	0.01672	0.33333	0.04545	0.06218
229	0.6	0.01003	0.33333	0.04545	0.05549
10	0.54	0.00903	0.33333	0.04545	0.05448
341	0.3	0.00502	0.33333	0.04545	0.05047
34	0.25	0.00418	0.33333	0.04545	0.04963
337	0.15	0.00251	0.33333	0.04545	0.04796
338	0.135	0.00226	0.33333	0.04545	0.04771
154	0.1225	0.00205	0.33333	0.04545	0.04750
5	0.08	0.00134	0.33333	0.04545	0.04679
340	0.0625	0.00105	0.33333	0.04545	0.04650
	59.8039	1	7.33333	1	2

Tabla 4 (continuación)

**Localidad 28. Las Cascadas, Tamasopo**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/ΣCr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
15	1	0.13672	0.33333	0.04545	0.18217
28	1	0.13672	0.33333	0.04545	0.18217
229	1	0.13672	0.33333	0.04545	0.18217
290	1	0.13672	0.33333	0.04545	0.18217
251	0.945	0.12920	0.33333	0.04545	0.17465
173	0.63	0.08613	0.33333	0.04545	0.13159
219	0.36	0.04922	0.33333	0.04545	0.09467
9	0.3	0.04102	0.33333	0.04545	0.08647
289	0.3	0.04102	0.33333	0.04545	0.08647
342	0.16	0.02187	0.33333	0.04545	0.06733
343	0.135	0.01846	0.33333	0.04545	0.06391
5	0.09	0.01230	0.33333	0.04545	0.05776
76	0.09	0.01230	0.33333	0.04545	0.05776
215	0.08	0.01094	0.33333	0.04545	0.05639
42	0.0512	0.00700	0.33333	0.04545	0.05245
181	0.04	0.00547	0.33333	0.04545	0.05092
170	0.04	0.00547	0.33333	0.04545	0.05092
206	0.03	0.00410	0.33333	0.04545	0.04956
238	0.03	0.00410	0.33333	0.04545	0.04956
344	0.021	0.00287	0.33333	0.04545	0.04833
107	0.0096	0.00131	0.33333	0.04545	0.04677
246	0.0025	0.00034	0.33333	0.04545	0.04580
	7.3143	1	7.33333	1	2

**Localidad 29. El Rodeo**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/ΣCr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
43	7.5	0.31529	0.75	0.13043	0.44572
123	4.72	0.19842	1	0.17391	0.37233
2	4	0.16815	0.25	0.04348	0.21163
246	2.18	0.09164	0.5	0.08696	0.17860
216	2	0.08408	0.5	0.08696	0.17103
44	1.3	0.05465	0.5	0.08696	0.14161
146	0.4275	0.01797	0.5	0.08696	0.10493
201	0.9	0.03783	0.25	0.04348	0.08131
87	0.3	0.01261	0.25	0.04348	0.05609
143	0.27	0.01135	0.25	0.04348	0.05483
177	0.072	0.00303	0.25	0.04348	0.04650
248	0.056	0.00235	0.25	0.04348	0.04583
222	0.04	0.00168	0.25	0.04348	0.04516
20	0.0225	0.00095	0.25	0.04348	0.04442
	23.788	1	5.75	1	2

Tabla 4 (continuación)

**Localidad 30. El Trapiche, río Jalpan**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/ΣTr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
246	25.24	0.78538	0.66667	0.11765	0.90303
122	4.08	0.12696	1.00000	0.17647	0.30343
82	1.135	0.03532	0.66667	0.11765	0.15296
74	0.25	0.00778	0.66667	0.11765	0.12543
88	0.54	0.01680	0.33333	0.05882	0.07563
192	0.32	0.00996	0.33333	0.05882	0.06878
268	0.2	0.00622	0.33333	0.05882	0.06505
206	0.16	0.00498	0.33333	0.05882	0.06380
200	0.12	0.00373	0.33333	0.05882	0.06256
293	0.08	0.00249	0.33333	0.05882	0.06131
46	0.0098	0.00030	0.33333	0.05882	0.05913
281	0.0025	0.00008	0.33333	0.05882	0.05890
	32.1373	1	5.66667	1	2

**Localidad 31. El Aguacate, río Ayutla**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/ΣTr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
167	2.2025	0.14634	0.66667	0.08	0.22634
239	2	0.13289	0.33333	0.04	0.17289
260	2	0.13289	0.33333	0.04	0.17289
164	1.8	0.11960	0.33333	0.04	0.15960
124	0.76	0.05050	0.66667	0.08	0.13050
214	0.715	0.04751	0.66667	0.08	0.12751
21	1.25	0.08305	0.33333	0.04	0.12305
89	0.55	0.03654	0.66667	0.08	0.11654
110	1.05	0.06977	0.33333	0.04	0.10977
52	0.9	0.05980	0.33333	0.04	0.09980
3	0.6	0.03987	0.33333	0.04	0.07987
2	0.36	0.02392	0.33333	0.04	0.06392
20	0.25	0.01661	0.33333	0.04	0.05661
100	0.2	0.01329	0.33333	0.04	0.05329
108	0.168	0.01116	0.33333	0.04	0.05116
88	0.07	0.00465	0.33333	0.04	0.04465
265	0.05	0.00332	0.33333	0.04	0.04332
189	0.045	0.00299	0.33333	0.04	0.04299
24	0.04	0.00266	0.33333	0.04	0.04266
58	0.0375	0.00249	0.33333	0.04	0.04249
345	0.0025	0.00017	0.33333	0.04	0.04017
	15.0505	1	8.33333	1	2

Tabla 4 (continuación)

**Localidad 32. Río Santa María**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
2	16	0.73820	0.2	0.05556	0.79376
216	2.7	0.12457	0.8	0.22222	0.34679
151	0.66	0.03045	0.6	0.16667	0.19712
307	0.7	0.03230	0.2	0.05556	0.08785
17	0.36	0.01661	0.2	0.05556	0.07217
164	0.36	0.01661	0.2	0.05556	0.07217
64	0.27	0.01246	0.2	0.05556	0.06801
144	0.25	0.01153	0.2	0.05556	0.06709
196	0.16	0.00738	0.2	0.05556	0.06294
192	0.12	0.00554	0.2	0.05556	0.06109
116	0.045	0.00208	0.2	0.05556	0.05763
308	0.0392	0.00181	0.2	0.05556	0.05736
89	0.01	0.00046	0.2	0.05556	0.05602
	21.6742	1	3.6	1	2

**Localidad 33. El Carrizal**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
42	18.75	0.67507	0.5	0.09091	0.76598
151	1.5675	0.05644	1	0.18182	0.23825
56	1.8	0.06481	0.75	0.13636	0.20117
347	2.4	0.08641	0.5	0.09091	0.17732
260	0.255	0.00918	0.5	0.09091	0.10009
309	1	0.03600	0.25	0.04545	0.08146
143	0.6	0.02160	0.25	0.04545	0.06706
310	0.6	0.02160	0.25	0.04545	0.06706
116	0.36	0.01296	0.25	0.04545	0.05842
192	0.1665	0.00599	0.25	0.04545	0.05145
203	0.135	0.00486	0.25	0.04545	0.05032
25	0.12	0.00432	0.25	0.04545	0.04978
316	0.0108	0.00039	0.25	0.04545	0.04584
37	0.01	0.00036	0.25	0.04545	0.04581
	27.7748	1	5.5	1	2

**Localidad 34. San Pedro Escanela**

# SP	COB.#IND	Cr	Tr/Σtr	Tr. rel	Σ Cr+Tr
225	0.84	0.23469	1	0.16667	0.40136
283	1	0.27939	0.5	0.08333	0.36273
244	0.66	0.18440	0.5	0.08333	0.26773
5	0.214	0.05979	1	0.16667	0.22646
151	0.1188	0.03319	1	0.16667	0.19986
38	0.32	0.08941	0.5	0.08333	0.17274
192	0.24	0.06705	0.5	0.08333	0.15039
311	0.18	0.05029	0.5	0.08333	0.13362
184	0.0064	0.00179	0.5	0.08333	0.08512
	3.5792	1	6	1	2

Tabla 4 (continuación)

Localidad PR. Puente las Rosas, río Moctezuma

SP	COB. IND	Ct	Tf/2lf	Tf. rel	$\Sigma C_{rel} T$
246	15	0.65387	1	0.125	0.77887
86	7	0.30514	1	0.125	0.43014
305	0.36	0.01569	1	0.125	0.14069
32	0.27	0.01177	1	0.125	0.13677
30	0.16	0.00697	1	0.125	0.13197
274	0.072	0.00314	1	0.125	0.12814
328	0.0625	0.00272	1	0.125	0.12772
115	0.016	0.00070	1	0.125	0.12570
	22.9405	1	8	1	2

#### **VI. 4. Distribución en el cauce**

La tabla 5 muestra las especies que se encontraron dentro del cauce en cada localidad. La primera columna indica la localidad, la segunda la especie o especies que se encontraron en el cauce y las últimas tres corresponden al tipo de hábitat: poza, remanso o rápido. Se sumaron las especies por tipo de hábitat y se encontró que la mayoría están en la poza y en el remanso. Por el contrario, en los rápidos hay menor número.



**Tabla 5.** Distribución en el cauce. Especies dentro del cauce en cada localidad y tipo de hábitat en el que se encuentran.

LOC.	ESPECIE	POZA	REMANSO	RAPIDO
1	<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pav.			
	<i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb.			
	<i>Rorippa narsturtium aquaticum</i> (L.) Hayek			
	<i>Ludwigia peploides</i> (Humb., Bonpl., Kunth) Raven			
	<i>Eichhornia crassipes</i> (Martens) Solms			
	<i>Marsilea ancypoda</i> A. Braun.			
2	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.			
	<i>Rorippa narsturtium-aquaticum</i> (L.) Hayek.			
	<i>Lemna gibba</i> L.			
3	Sin determinar			
	<i>Typha dominguensis</i> Pers.			
	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.			
4	<i>Najas guadalupensis</i> (Spreng.) Magnus			
	<i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb.			
	<i>Potamogeton pusillus</i> L.			
	<i>Thypha dominguensis</i>			
7	<i>Najas guadalupensis</i> (Spreng.) Magnus			
8	<i>Najas guadalupensis</i> (Spreng.) Magnus			
13	<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pavón.			
	s/d			
14	Sp 3			
	<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pav.			
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.			
	<i>Zannichelia palustris</i> L.			
	<i>Marsilea mollis</i> Rob. & Fernald			
	<i>Equisetum hyemale</i> L.			
	<i>Ludwigia peploides</i> (Humb., Bonpl., Kunth) Raven			
	<i>Ludwigia repens</i> J.R.Forst.			
	<i>Rorippa narsturtium-aquaticum</i> (L.) Hayek			
	<i>Spirodella polyrhiza</i> (L.) Schleid.			
	<i>Potamogeton</i>			

Tabla 5 (continuación)

LOC.	ESPECIE	POZA	REMANSO	RAPIDO
26	<i>Ludwigia peploides</i> (Humb., Bonpl., Kunth) Raven			
	<i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb.			
27	<i>Lobelia purpusii</i> K.Brandegee			
29	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.			
	<i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb.			
	<i>Ludwigia peploides</i> (Humb., Bonpl., Kunth) Raven			
	<i>Potamogeton pusillus</i> L.			
30	<i>Hydrocotyle umbellata</i> L.			
	<i>Potamogeton diversifolius</i> Raf.			
	<i>Lemna gibba</i> L.			
31	<i>Zannichelia palustris</i> L.			
	<i>Panicum</i> sp.			
	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.			
	<i>Eustoma exaltatum</i> (L.) Don			
	<i>Spilanthes</i> sp.			
	<i>Cyperus humilis</i> Kunth			
32	<i>Marsilea mollis</i> Rob. & Fernald			
33	<i>Potamogeton</i> sp.			
	<i>Marsilea mollis</i> Rob. & Fernald			
PR	<i>Eichhornia crassipes</i> (Martens) Solms			
	<i>Lemna gibba</i> L.			
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.			
	<i>Egeria densa</i> Planch.			
<b>Numero de especies por hábitat</b>		<b>32</b>	<b>26</b>	<b>6</b>

## **VI.5. Índice de Integridad Biótica**

Por localidad se sumaron los valores de cada métrico, obteniendo así el Índice de Integridad Biótica, primero en los sitios “buenos” (aquella localidad en la que no se observa mucha perturbación) y luego en el resto de las localidades. En la tabla 6 se muestran dichos valores, las localidades están separadas por tipo de sustrato predominante por su probable influencia para el valor del Índice de Integridad Biótica. La localidad con más alto Índice es Río Rascón (sitio 27). En la tabla se incluye también la calidad de agua (ICA), de donde se observa que fue mayor en El Carrizal (sitio 33) y Paso de vaqueros II (río Manzanares, sitio 15).

**Tabla 6.** Valor del Índice de Integridad Biótica (IIB) e Índice de Calidad de Agua por localidad. Los valores del IIB fueron designados de acuerdo a lo explicado en la metodología. El Índice de Calidad de Agua (ICA) fue tomado de las hojas de registro del proyecto CONACYT-SIHGO. Las localidades están separadas por tipo de sustrato.

SUBSTR.	LOCALIDAD	ORIGEN			TOLERANCIA			IIB	ICA
		nativas	exóticas	endémicas	tolerantes	medio tol.	intol.		
ROCAS Y	15. P. de Vaqueros II, río Manzanares	0	10	0	10	10	0	30	74.42
CANTOS	14. P. de Vaqueros I, arroyo Manzanares	20	10	0	0	0	10	40	70.57
GRANDES	29. El Rodeo	20	10	0	0	5	20	55	71.53
CANTOS	3. Puente La Plazuela	20	0	0	10	10	0	40	61.27
	4. Pirihuán	20	0	0	10	0	20	50	60.9
	8. Quinta Matilde	0	20	0	10	5	0	35	56.29
PEQUE-	9. El Realito	0	20	0	10	5	0	35	50.83
ÑOS,	13. San Salvador de Ahorcados	10	10	0	10	5	0	35	66.27
	23. El Oasis	20	10	0	10	10	10	60	60.82
GRAVA Y	24. Extóraz	10	10	0	10	10	20	60	54.53
	31. El Aguacate, río Ayutla	20	20	0	10	5	0	55	68.56
	32. Río Santa María	10	20	0	10	5	0	45	72.76
ARENA	R.C. Río Concá	20	10	0	10	0	10	50	-
	2. La Planta, La Hacienda	10	0	0	0	5	20	35	46.28
	30. El Trapiche, río Jalpan	20	10	0	10	0	10	50	64.35
LIMO	PR. Puente las Rosas, río Moctezuma	0	10	0	0	0	10	20	-
	1. Fracción de Sánchez	20	0	0	0	0	10	30	55.06
	6. Potrero del Camero	0	20	0	10	10	0	40	59.14
Y	7. Canoas	10	20	0	10	0	0	40	69.04
	26. Carpintero	10	20	20	10	5	0	65	64.85
ARCILLA	27. Río Rascón	10	20	20	10	10	0	70	67.63
	28. Las Cascadas, Tamasopo	20	10	0	10	10	0	50	65.76
TODOS	33. El Carrizal	10	20	0	10	5	20	65	75.6

## VI. 6. Relación entre factores

En la tabla 7 se resumen datos obtenidos de las tablas anteriores. Se muestra cada localidad, el número de especies encontradas (riqueza total) y las que fueron tomadas para hacer el índice de diversidad (riqueza cuantitativa), número de individuos, índice de diversidad de Shannon (H'), porcentaje de acuáticas estrictas, porcentaje de especies acuáticas (acuáticas estrictas, subacuáticas y tolerantes) con respecto al total de especies y concentración de fosfatos totales (P tot., para las localidades que se visitaron dos veces se muestra el promedio). En la tabla 8 se relacionan por localidad el índice de diversidad de Shannon, el Índice de Integridad Biótica y el Índice de Calidad del Agua. En los mapas 2 y 3 observamos las localidades más sobresalientes en cuanto a conservación y diversidad (mapa 2) y porcentaje de acuáticas estrictas e Índice de Integridad Biótica (mapa 3). En ambos mapas se observa que las localidades que presentan dos o más de estos factores (conservación, diversidad, porcentaje de acuáticas estrictas e Índice de Integridad Biótica) altos son Fracción de Sánchez, Canoas, Arroyo Manzanares, Cascadas de Tamasopo, El Oasis, El Aguacate (río Ayutla) y El Rodeo (localidades 1, 7, 14, 28, 23, 31 y 29 respectivamente), ocupando estas localidades el 30.43 % ( $7/23 \times 100$ ) del total de localidades mostradas en el mapa.

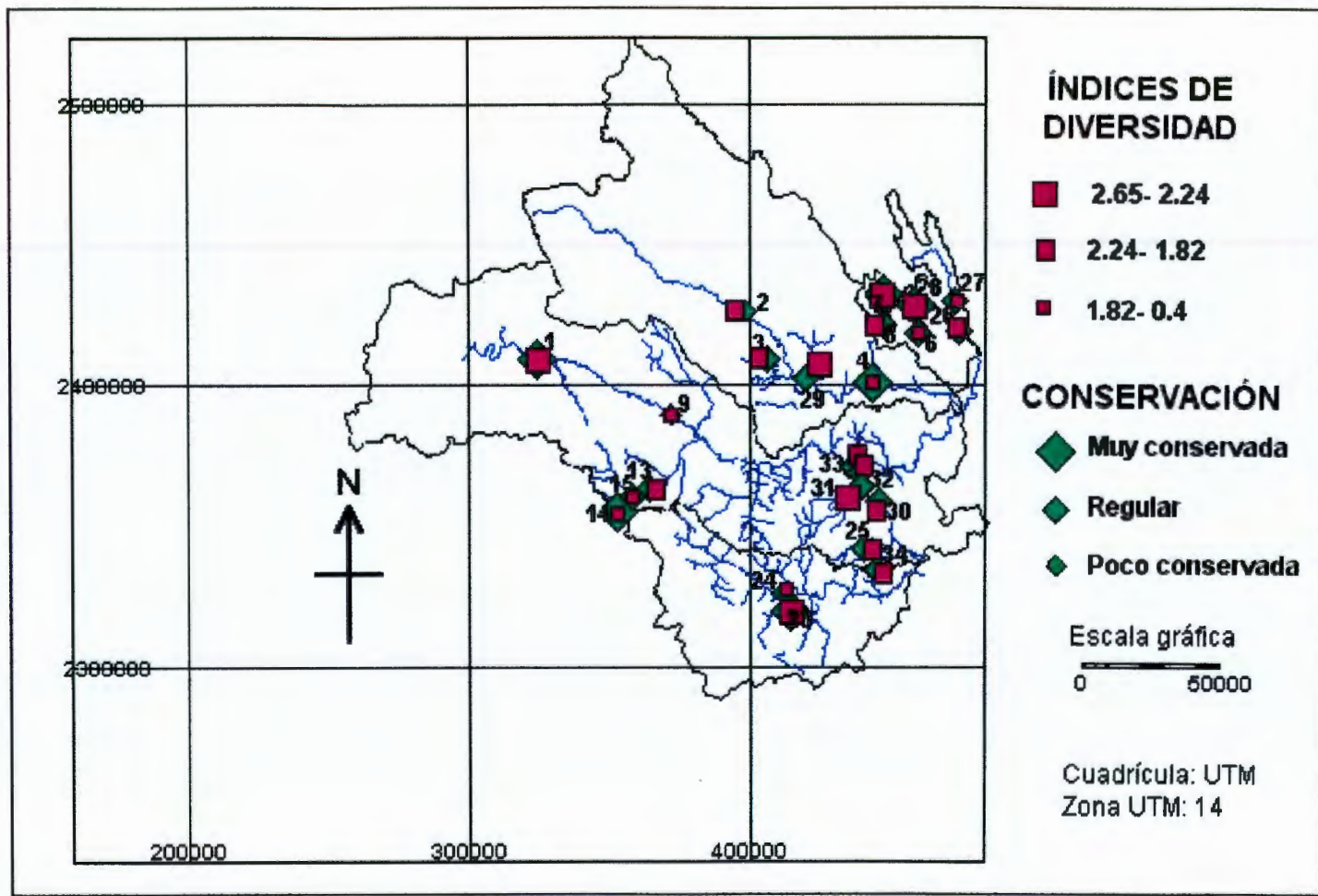
Las gráficas 3, 4, 5, 6 y 7 se obtienen de la tabla 7, mostrándose los resultados de correlación de Spearman en cada una de ellas, con el objeto de ver la probabilidad y el grado de confiabilidad entre los factores.

**Tabla 7.** Parámetros de relación entre localidades. En la primera columna está la localidad; en la segunda parte está la riqueza, tanto general (total) como el número de especies utilizadas para el índice (cuantitativa); la tercera parte (columna 4) indica el número de individuos, seguido por el índice de diversidad de Shannon. % estrictas representa el porcentaje de especies acuáticas estrictas y % acs. el porcentaje de especies acuáticas (tolerantes, subacuáticas y acuáticas estrictas) por localidad. P tot. representa la concentración de fosfatos totales en el agua (en mg/l).

Localidad	Riqueza		No. Ind.	Divers. H'	Porcentajes		Fosfatos P tot.
	Total	Cuantitativa			% estrictas	% acs.	
1. Fracción de Sánchez	31	12	28	2.2931	19.35	41.94	17.850
2. La Planta	25	11	117	1.9212	12.00	8.00	14.830
3. Puente Plazuela	23	14	47	2.1700	13.04	39.13	41.930
4. Pirihuán	24	6	24	0.5864	16.67	45.83	41.480
6. Potrero del Camero	13	9	28	0.7453	0.00	7.69	6.030
7. Canoas	32	24	114	2.6139	3.13	15.63	7.175
8. Quinta Matilde	14	10	29	2.0398	7.14	21.43	14.330
9. El Realito	4	3	13	0.9839	0.00	25.00	19.110
13. Sn. Salvador de Ahorc.	25	13	55	2.0090	8.00	20.00	3.020
14. Arroyo Manzanares	33	6	24	1.5368	33.33	39.39	13.670
15. Río Manzanares	4	3	26	0.4311	0.00	25.00	6.980
23. Oasis	41	20	64	2.4827	0.00	21.95	1.330
24. Extoraz	21	8	30	1.7193	0.00	19.05	6.270
25. Chubeje	23	8	26	1.8376	0.00	34.78	1.620
26. Carpintero	19	16	80	2.0877	10.53	31.58	5.415
27. Rascón	19	16	223	1.6929	5.26	31.58	2.135
28. Tamasopo	30	19	56	2.6598	0.00	26.67	3.271
29. El Rodeo	25	10	19	2.3063	16.00	36.00	2.474
30. Trapiche, río Jalpan	19	8	26	1.9486	15.79	47.37	2.021
31. El Aguacate, río Ayutla	32	16	57	2.4112	18.75	25.00	1.879
32. Río Sta. María	15	11	30	1.5236	6.67	26.67	2.390
33. El Carrizal	16	10	44	1.9567	12.50	31.25	5.860
34. San Pedro Escanela	11	8	23	1.8243	0.00	72.73	0.065

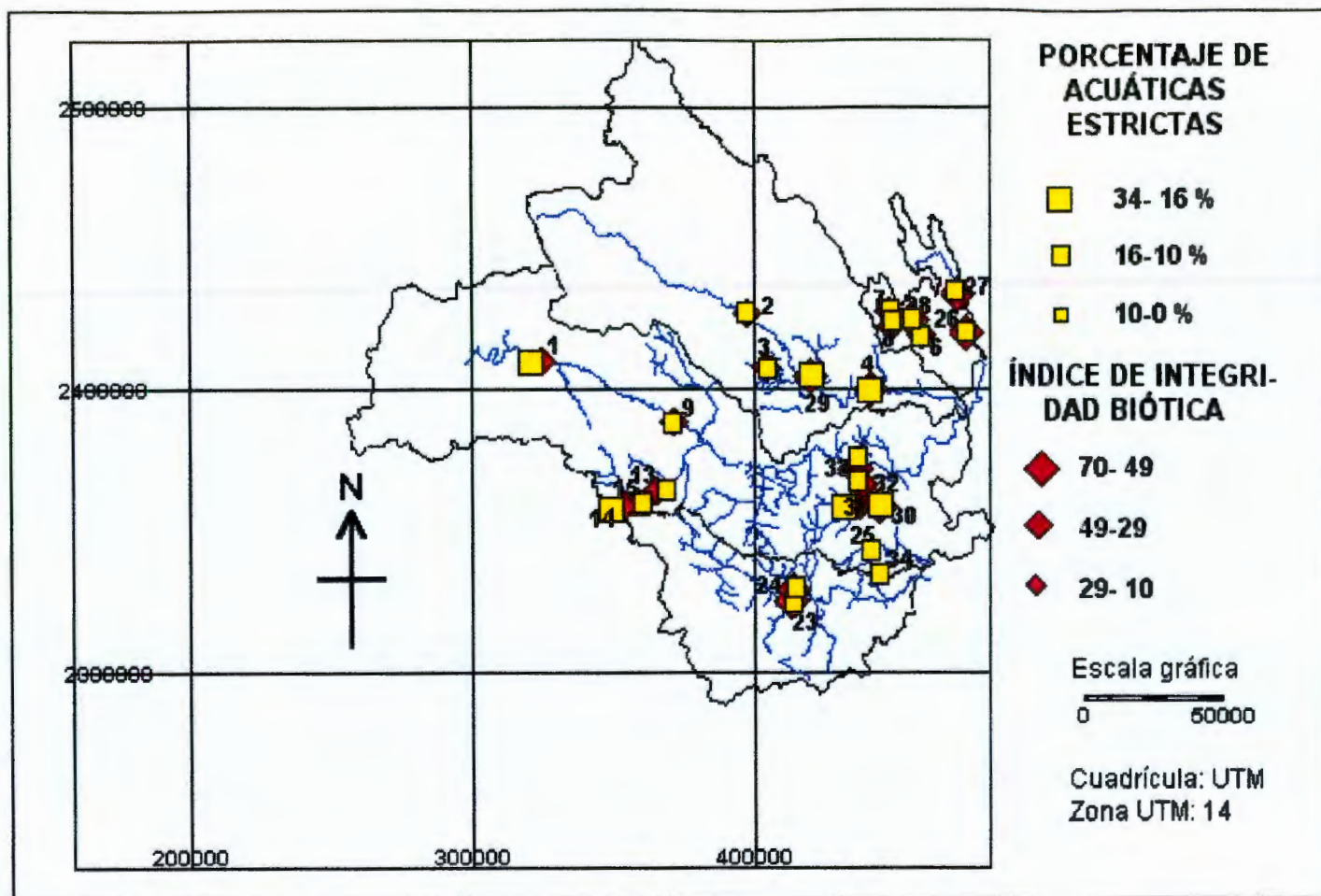
**Tabla 8.** Parámetros de relación entre localidades. En la primera columna se encuentra la localidad; en la segunda parte el índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ), junto al Índice de Integridad Biótica (IIB) e Índice de Calidad del Agua (ICA).

Localidad	Diversidad $H'$	Integridad Biótica IIB	Calidad de Agua ICA
1. Fracción de Sánchez	2.2931	30	55.06
2. La Planta	1.9212	35	46.28
3. Puente Plazuela	2.1700	40	61.27
4. Pirhuán	0.5864	50	60.9
6. Potrero del Camero	0.7453	40	59.14
7. Canoas	2.6139	40	69.04
8. Quinta Matilde	2.0398	35	56.29
9. El Realito	0.9839	35	50.83
13. Sn. Salvador de Ahorc.	2.0090	35	66.27
14. Arroyo Manzanares	1.5368	40	70.57
15. Río Manzanares	0.4311	30	74.42
23. Oasis	2.4827	60	60.82
24. Extoraz	1.7193	60	54.53
25. Chubeje	1.8376	.-.	.-.
26. Carpintero	2.0877	65	64.85
27. Rascón	1.6929	70	67.63
28. Tamasopo	2.6598	50	65.76
29. El Rodeo	2.3063	55	71.53
30. Trapiche, río Jalpan	1.9486	50	64.35
31. El Aguacate, río Ayutla	2.4112	55	68.56
32. Río Sta. María	1.5236	45	72.76
33. El Carrizal	1.9567	65	75.6
34. San Pedro Escanela	1.8243	.-.	.-.



Mapa 2. Localidades representadas según el valor del índice de diversidad de Shannon ( $H'$ , en purpura) y el grado de conservación (en verde).



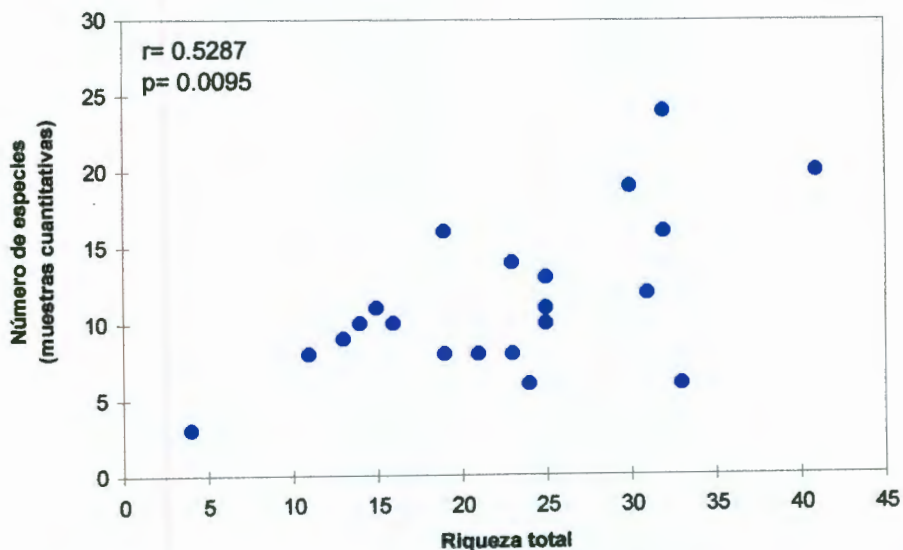


Mapa 3. Localidades representadas según el porcentaje de plantas acuáticas estrictas (en amarillo) y el Índice de Integridad Biótica (en rosa). Las localidades 25 (cascadas de Chubeje) y 34 (San Pedro Escanela) no fueron evaluadas para el Índice, debido a que presentan poca incidencia de luz.

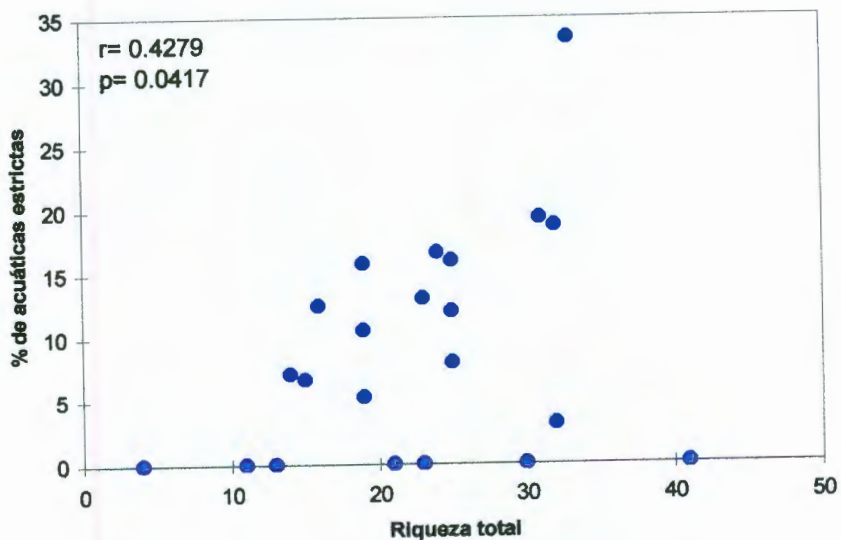
En la gráfica 3 se presenta cada sitio o localidad distribuido según la riqueza presentada y el número de especies consideradas para obtener los índices de diversidad de especies (especies cuantitativas). Se observa que a mayor riqueza de especies, mayor número de especies cuantitativas; aunque hubo algunas localidades como Arroyo Manzanares en las que se tomaron para hacer el índice pocas especies, esto se debió a que la mayoría de las especies en los transectos fueron acuáticas estrictas o subacuáticas que no se pudieron contar, solo se tomó la cobertura aérea para el valor de importancia. El grado de relación entre estos factores fue de 0.5286 y el grado de confianza es mayor a 0.95. La relación es positiva, lo cual indica que al aumentar la riqueza total las especies tomadas para el índice se incrementan.

La gráfica 4 muestra las localidades según la riqueza total y el porcentaje de acuáticas estrictas. Se observa que cuando hay entre 11 y 32 especies componiendo la riqueza, el porcentaje de acuáticas estrictas oscila entre el 0 y el 19%, hay localidades con riqueza alta (hasta 41 especies) y no presentan especies acuáticas en el cauce. El grado de relación entre ambos factores puede considerarse bajo, con un valor de 0.4278 y el grado de confianza es de 0.0417.

Gráfica 3. Relación entre la riqueza total de especies (todas las especies encontradas) y número de especies utilizadas para el índice de diversidad (muestras cualitativas) por localidad.



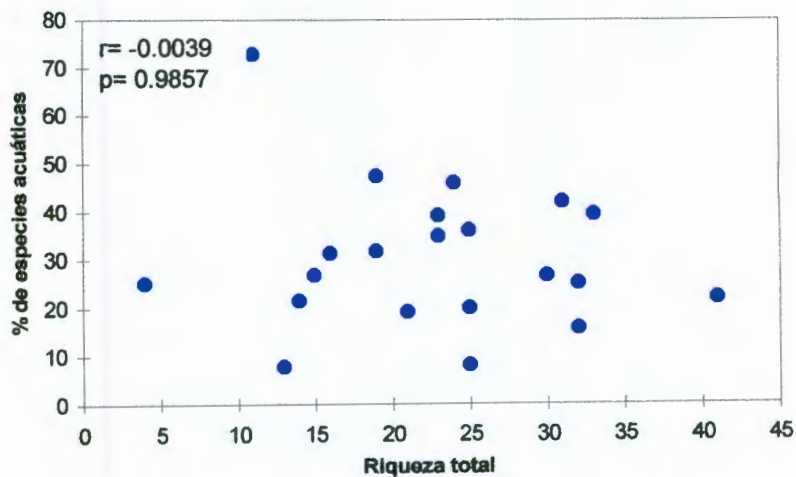
Gráfica 4. Relación entre la riqueza total de especies y el porcentaje de especies acuáticas estrictas (especies en el cauce) por localidad.



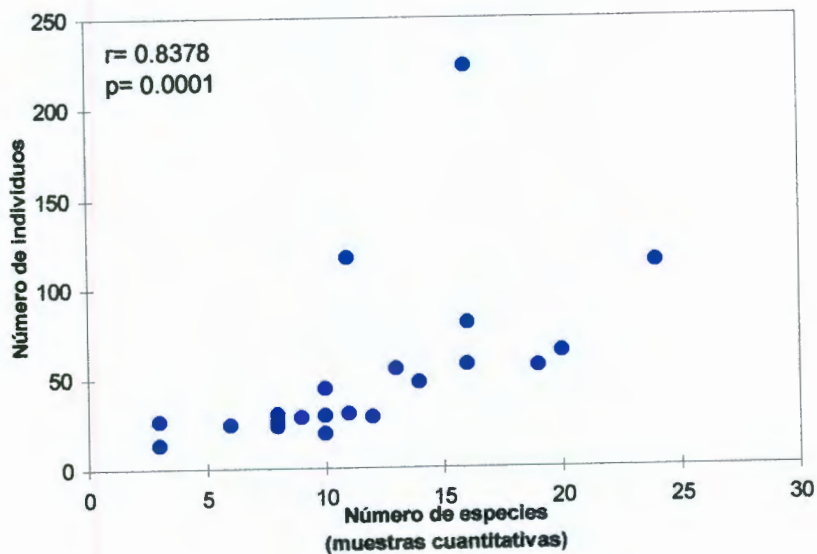
En la gráfica 5 se distingue que San Pedro Escanela cuenta con casi tres cuartas partes de la riqueza compuesta por especies acuáticas (tolerantes, subacuáticas y acuáticas estrictas) y que Potrero del Carnero y La Planta presentaron menos del 10%. Se observa también que el rango con las localidades está entre 14 y 33 especies componiendo la riqueza con un porcentaje de 15 a 47% de especies acuáticas. De acuerdo al análisis de correlación, no hay relación entre estos factores, ya que el grado de significancia es menor a 0.95 y se tiene un valor muy bajo en el grado de relación, además de ser negativo.

Según lo indica la gráfica 6, hay una relación casi directa entre el número de especies tomadas para los índices de diversidad (especies cuantitativas) y el número de individuos por localidad, conforme se tomaron más especies para los índices, se incrementa el número de individuos. La Planta y Rascón se encuentran fuera de esta relación, con número variable de especies pero con más de 100 individuos. La correlación entre estos dos factores es la más alta, con un valor de 0.8378 y un alto grado de confianza.

Gráfica 5. Relación entre la riqueza total (especies encontradas) y las especies acuáticas (tolerantes, subacuáticas y acuáticas) por localidad.



Gráfica 6. Relación entre el número de especies tomadas para los índices de diversidad (muestras cuantitativas) y el número de individuos en cada localidad.







## VII. DISCUSIÓN

Se encontraron en total 342 especies, 123 son subacuáticas (15 de estas aparecen también como acuáticas estrictas y una como tolerante), 51 acuáticas estrictas y 184 tolerantes. El bajo número de acuáticas estrictas es debido principalmente a que se trata de sistemas lóticos, la corriente de agua evita que un mayor número de plantas se establezcan; otro factor importante es que algunas localidades presentan periodos largos de sequía, al aumentar el volumen de los cuerpos de agua con las lluvias, las especies establecidas se desprenden del sustrato y son llevadas por la corriente, otras después de establecerse, mueren o forman estructuras de perennación conforme va disminuyendo el cauce (algunas veces hasta secarse por completo).

Hubo 20 especies que se encontraron en más de cinco localidades, todas de ambientes acuáticos con la excepción de *Ricinus communis* (en ocho localidades), la cual es una maleza. Estas 20 especies son principalmente subacuáticas, funcionando en la retención de suelo y proporcionando alimento a especies animales.

Con respecto a las plantas vasculares mexicanas (22 800 especies según Rzedowski, 1992a), el porcentaje de las morfoespecies (incluyendo las no determinadas) en la zona es del 1.5%  $[(342/22800) \cdot 100]$ , siendo esta cifra significativa tomando en cuenta que las especies acuáticas y subacuáticas ocupan el 3% de la flora fanerogámica mexicana (Rzedowski, 1992a). El total de especies subacuáticas y acuáticas estrictas en el área es de 159, el porcentaje con respecto a la flora acuática vascular total mexicana que es de 733 especies, restando el número de especies marinas y de manglar (Lot, *et al.*, 1993) es del 21.7%  $[(159/733) \cdot 100]$ , esta cifra también resulta importante, ya que la región es principalmente semidesértica y se tienen registradas con anterioridad sólo 40 especies estrictas según Lot, *et al.*, 1993.

Comparando la riqueza de especies, la calidad de agua y el grado de perturbación aparente entre las localidades, se observa que a mayor composición de especies e Índice de Calidad del Agua (ICA), menor grado de perturbación aparente. Río Manzanares (sitio 15) es la localidad que presenta más alto ICA, pero pocas especies (cuatro) componen la riqueza, aunque en el sitio se observó poca perturbación por actividades agrícolas (cultivos de temporal) y ganaderas (ganado caprino principalmente).

Los valores en los índices de diversidad variaron desde 0.43 a 2.66 utilizando el índice de Shannon y de 0.79 a 0.085 con el de Simpson. El índice de diversidad de Shannon para la zona estudiada fue de 4.457 (aplicando logaritmo natural). Se encontró que las localidades más diversas fueron Tamasopo, Canoas, El Oasis, El Aguacate, El Rodeo y Fracción de Sánchez según el índice de Shannon, con valores de 2.65 a 2.29; con el índice de Simpson se obtuvieron datos similares, Tamasopo, Canoas, El Oasis, Fracción de Sánchez, El Aguacate y El Rodeo, con valores que van de 0.08 a 0.12. Con esto se demuestra que para plantas acuáticas y subacuáticas es indiferente aplicar uno u otro índice, ya que utilizando el de Shannon o el inverso de Simpson se presentan en el mismo orden de diversidad las localidades.

Definitivamente el tipo de sustrato influyó en la composición y abundancia de especies, a mayor cantidad de rocas, menor índice de diversidad. En el sustrato limoso, el índice disminuyó al incrementarse el limo o arcilla; se observó una mayor diversidad en sustrato que va de arenoso a cantos pequeños o una combinación de estos (arena, grava y cantos pequeños). Lo anterior explica porque en el Río Manzanares (sitio 15) hay baja riqueza y diversidad, a pesar de que presenta poca perturbación aparente y alto ICA, tiene el tipo de sustrato rocoso y poca arena o arcilla, impidiendo seguramente el crecimiento de especies. Parámetros en el agua como cantidad de oxígeno, nitritos, nitratos y fosfatos nos dan la calidad del agua. En la tabla 8 se observa que la mayoría de las localidades más diversas (excepto 1. Fracción de Sánchez) muestran los más altos ICA.



Los números de diversidad, explicados en la sección I.3.3., variaron de 14.43 a 1.54 en N1 y 11.70 a 1.26 en N2, sus valores son equivalentes a la diversidad por localidad; se observa que entre más alto sea el valor del índice, más alto será el número de especies comunes, al igual que las que son muy comunes.

Con respecto al valor de importancia de las especies, si sumamos el valor obtenido de cada especie en las localidades, obtenemos el valor de importancia de cada especie (apéndice 2). Las especies más importantes en la zona estudiada son *Baccharis salicifolia*, *Taxodium mucronatum*, *Baccharis* sp., *Acacia farnesiana*, *Salix nigra* y *Platanus mexicana*, las cuales son árboles o arbustos que presentaron un alto valor de importancia debido a su gran cobertura aérea. Estos son importantes, ya que brindan refugio a otras plantas (nodrizas) y proporcionan retención del suelo con sus raíces. *Acacia farnesiana* se encuentra como una especie importante en las localidades San Salvador de Ahorcados (sitio 13), El Rodeo (sitio 29), El Aguacate (sitio 31) y río Santa María (sitio 32), aunque no es una especie propia de ambientes acuáticos se encontró en la zona como tolerante y se tomó en cuenta por aparecer en los transectos, aunque no para la evaluación del Índice de Integridad Biótica (por no ser acuática o subacuática). Le siguen en orden de importancia las especies *Hydrocotyle verticillata*, *Anemia adiantifolia*, *Marsilea mollis*, *Adiantum capillus-veneris*, *Arundo donax*, *Capraria biflora* y *Bacopa monneri*; estas especies contribuyen fijando el sustrato y proporcionan alimento y refugio para especies animales. *Hydrocotyle verticillata* y *Marsilea mollis* también evitan la desecación en los cuerpos de agua, ya que tienden sus hojas sobre la película de agua evitando la evaporación de esta. Casi todas las especies anteriores se encuentran en las localidades que presentan mayor índice de diversidad. Algunas especies como *Capraria biflora*, *Panicum* sp., *Bidens odorata*, *Heimia salicifolia* y *Ricinus communis* son malezas cuyo crecimiento no se restringe a los sistemas acuáticos y presentan un alto valor de importancia, no se puede determinar si estas especies desplazan a las especies tolerantes, ya que se requieren estudios sobre su crecimiento poblacional en el

área, pero sí es evidente que no desplazaron a las acuáticas estrictas o subacuáticas (excepto *Panicum* que es subacuática), ya que no se encontraron en los cauce o en las orillas, sino hacia la parte menos húmeda.

El valor de importancia de las especies por localidad nos puede dar el grado de conservación. En Puente Las Rosas (PR) el lirio (que crece en concentraciones altas de fosfatos) indica un ambiente muy degradado. Fracción de Sánchez (1) presenta especies en su mayoría de medios acuáticos (pocas malezas o de otros tipos de vegetación), siendo éstas de medios medianamente degradados. *Baccharis salicifolia* tiene alto valor de importancia en La Planta (2), también se encontró la maleza *Spilanthus oppositifolia*, la cual ocupó gran extensión por ser rastrera, ayudando a la retención de suelo. Puente La Plazuela (3) presentó en la primer visita especies acuáticas estrictas de sitios medianamente perturbados, *Typha dominguensis* fue aquí la especie más importante, siendo utilizada como alimento (el rizoma) o para hacer diferentes objetos tejidos, su población (al igual que el resto de la vegetación) disminuyó considerablemente a la segunda visita. Se observó que las malezas ocupan alto valor de importancia en localidades donde el cauce es temporal o cambia considerablemente de volumen de una a otra época, tal es el caso de Potrero del Carnero (6). En localidades donde las acuáticas estrictas son las más importantes, como en Pirihúan (4), Quinta Matilde (8), arroyo Manzanares (14), Rascón (27) El Rodeo (29), El Trapiche (30) y El Carrizal (33) fue evidente que hay baja perturbación por el hombre, de donde podría deducirse que entre menor perturbación aparente mayor número y cobertura de acuáticas estrictas; en estos sitios también cabe señalar que las especies se encontraron en poza o remanso con velocidad muy lenta, excepto en Rascón, donde la especie endémica *Lobelia purpusii* estuvo en remanso y rápido, presentando raíces fibrosas extendidas y hojas gruesas. La distribución de estas especies y sus porcentajes se discutirán posteriormente. Los helechos mostraron alto valor de importancia en localidades con clima templado húmedo, estas localidades fueron Canoas (7), Chubeje (25) y San Pedro Escanela (34), debido a las condiciones propicias para su crecimiento,

tales como humedad y temperatura alta, sombra y sustrato con abundante materia orgánica.

El número de especies acuáticas estrictas varió entre las localidades. La localidad con el mayor número fue Arroyo Manzanares con 11 especies, seguramente influyó que la localidad no presenta gran perturbación, el flujo de agua es muy lento (la mayoría de las especies están en pozas), además que el sustrato presenta una combinación de rocas de diferentes tamaños, grava y arena y la concentración de nitratos, fosfatos, detergentes y la dureza del agua fueron bajos (resultando alto Índice de Calidad de Agua).

El tipo de hábitat con mayor número de especies fueron las pozas, con 21 diferentes especies. Debido al flujo lento de agua, aquí se encuentran especies principalmente de tallos postrados como *Heteranthera reniformis*, *Hydrocotyle* spp., *Ludwigia* spp., *Marsilea* spp. y *Rorippa narsturtium-aquaticum*, así como las especies libre flotadoras *Eichhornia crassipes*, *Lemna gibba* y *Spirodela polyrrhiza*. Especies enraizadas sumergidas como *Potamogeton* spp., *Zannichellia palustris* y *Egeria densa* se encontraron en la parte central de las pozas, como en las orillas del cauce en los remansos. *Hydrocotyle verticillata* y *Najas guadalupensis* fueron encontradas en todos los tipos de hábitat, *Hydrocotyle verticillata* hacia la orilla de los cauces y *Najas guadalupensis* en la parte central en las pozas y orilla en los remansos y rápidos, siendo esta distribución por la menor velocidad del flujo en las orillas de los cauces.

Los valores en el índice de integridad biótica (IIB) oscilaron entre 30 (para las localidades menos sanas) y 70 (para las localidades más sanas). Las localidades más sanas (sitios conservados) son Rascón (27), Carpintero (26), El Carrizal (33), El Oasis (23) y Extóraz (24). La riqueza de especies por localidad influyó en los valores del índice, a menor número de especies componiendo la riqueza, menor IIB. En el análisis de correlación de Spearman se encontró que no hay significancia entre el índice y la calidad de agua (ICA), de donde puede

deducirse que hicieron falta métricos. No se encontró relación entre el tipo de sustrato y el IIB, ya que las localidades agrupadas por sustrato muestran distintos valores en el IIB.

La riqueza total estuvo relacionada con la riqueza utilizada para los índices de diversidad (cuantitativa), de acuerdo a la gráfica 3, la localidad inferior fue El Realito (9) con cuatro especies de riqueza total, siendo tres de estas tomadas para el índice de diversidad. Las localidades superiores (también de las más diversas) fueron El Oasis (23) y Canoas (7).

Arroyo Manzanares presentó el mayor porcentaje de especies acuáticas estrictas, deduciéndose de aquí que entre mayor sea la cantidad de especies acuáticas estrictas, mejor será el grado de salud, ya que esta localidad también está entre los sitios más conservados. El Río Ayutla presenta también porcentaje alto de acuáticas estrictas y alto índice de diversidad, aunque no tiene alto índice de integridad biótica, quizás esto se deba a la valoración que se dio a los métricos en el IIB.

Se puede considerar que San Pedro Escanela (34) es también un sitio sano, aunque no presenta especies acuáticas estrictas debido a la poca incidencia de luz, la mayoría de las especies que componen la riqueza son de ambientes acuáticos. Potrero del Carnero (6) presenta un bajo porcentaje de especies acuáticas e índice de integridad biótica, esto se debe a que el cauce no es permanente la mayor parte del año, creciendo especies tolerantes al aumentar el nivel del agua, siendo éstas de sistemas acuáticos o no. En la gráfica 5, se observa que no hay correlación entre la riqueza total de especies y las especies propias de ambientes acuáticos (subacuáticas y acuáticas estrictas), el porcentaje de acuáticas para la mayoría de las localidades estuvo abajo del 47%.

Rascón (27) y La Planta (2) se encuentran fuera de la relación del número de especies tomadas para el índice (riqueza cuantitativa) y el número de

individuos. Esto se debió a que una de las especies (indeterminadas en ambas localidades) en cada localidad contó con 120 y 30 individuos respectivamente. De la gráfica 6, se deduce que entre más especies aparezcan en los transectos, mayor será el número de individuos, presentando en la mayoría de los casos crecimiento equivalente.

Los futuros estudios de diversidad de plantas acuáticas pudieran estar enfocados a conocer mejor las comunidades con muestreos periódicos en tiempo (por ejemplo cada estación), estudios de recambio de poblaciones en lluvias y secas o evaluación de las comunidades en cuanto a salud tomando en cuenta otros factores aparte de los que aquí se describen. Sería interesante también comparar la diversidad y especies indicadoras de perturbación de acuáticas con otros organismos. En cuanto al método que se aplicó en este estudio sería conveniente unificar las dimensiones de las áreas muestreadas, por ejemplo a 10m<sup>2</sup> por cada tipo de hábitat.

## VIII. CONCLUSIONES

Se colectaron 555 plantas, pertenecientes a 56 familias, 159 géneros y 189 especies, representando el 21.7% de la flora acuática y el 1.5% del total de la flora mexicana. Los tipos predominantes de plantas acuáticas fueron tolerante y subacuática, el bajo número de acuáticas estrictas es debido probablemente a la fuerza del flujo en los cauces. Las localidades con mayor número de especies fueron El Oasis, Canoas, Arroyo Manzanares, El Aguacate, Fracción de Sánchez y Tamasopo. Las localidades con mayor diversidad, según los índices de Shannon y Simpson fueron Tamasopo, Canoas, El Oasis, El Aguacate, El Rodeo y Fracción de Sánchez. Las especies más importantes, de acuerdo a su cobertura y abundancia fueron *Baccharis salicifolia*, *Acacia farnesiana*, *Salix nigra*, *Platanus mexicana*, *Hydrocotyle verticillata*, *Anemia adiantifolia*, *Marsilea mollis*, *Adiantum capillus-veneris* y *Arundo donax*, contribuyendo en los cuerpos de agua a evitar la desecación y brindando refugio para otras especies; se encontró que el alto valor de importancia o porcentaje de especies acuáticas estrictas es característico de localidades con mejor grado de salud. Las localidades más sanas de acuerdo al IIB fueron Río Rascón, El Carpintero y El Carrizal. Por la composición de especies acuáticas con respecto a la riqueza total, San Pedro Escanela también puede considerarse una localidad sana. Con la riqueza total están relacionados la riqueza cuantitativa, el índice de diversidad de Shannon y el porcentaje de acuáticas estrictas. Con la riqueza cuantitativa se relacionan número de individuos y el índice de diversidad de Shannon. El número de individuos en los transectos presenta relación con el índice de diversidad de Shannon y el porcentaje de acuáticas (estrictas, subacuáticas y tolerantes). Los factores que no presentaron correlación fueron la cantidad de fosfatos totales, el Índice de Calidad de Agua y el Índice de Integridad Biótica.

## IX. LITERATURA CITADA

- Alba, E. de y M. E. Reyes. 1998. Contexto Físico, parte I: El País. En: CONABIO. La diversidad biológica de México: estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 341pp.
- Arber, A. 1920. Water plants, a study of aquatic angiosperms. Wheldon & Wesley, Ltd and Hafner Publishing Co. Alemania. 436 pp.
- Bonilla- Barbosa, J. R. y A. Novelo R. 1995. Manual de identificación de plantas acuáticas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 168 pp.
- Brummit, R. K. y C. E. Powell. 1992. Authors of plant names. Royal Botanic Gardens, Kew. Gran Bretaña. 732 pp.
- Cole, G. A. 1979. Textbook of limnology. 2<sup>da</sup> edición. The C. V. Mosby Company. EUA. Pp 75- 77.
- Cordero, C. y E. Morales. 1998. Panorama de la biodiversidad de México. Conabio (manuscrito).
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of clasification of flowering plants. Columbia University Press. Gran Bretaña. 1262 pp.
- Décamps, H. y E. Tabacchi. 1995. Species richness in vegetation along river margins. En: Giller, P.S.; A. G. Hildrew y D. G. Raffaelli. Aquatic ecology, scale, pattern and process. Blackwell Science. Gran Bretaña. 649 pp.
- Fahn, A. 1990. Plant anatomy. 4<sup>ta</sup> edición. Pergamon Press. Gran Bretaña. 588 pp.

- Franco L., J.; G. de la C. Agüero, A. Cruz G., A. Rocha R., N. Navarrete S., G. Flores M., E. Kato M., S. Sánchez C., L. G. Abarca A. Y C. M. Bedia S. 1991. Manual de Ecología. 2<sup>da</sup> edición. Ed. Trillas. México. 265 pp.
- Haslam, S. M. 1997. The river scene, ecology and cultural heritage. Cambridge, University Press. Gran Bretaña. 444 pp.
- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology* **54**: 427-432.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1995. Estadísticas del medio ambiente. México. INEGI. México. 461pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1986. Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del estado de Querétaro. INEGI. México. 143 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1998. El río Pánuco. <http://www.inegi.com>. México
- Jeffries, M. y D. Mills. 1994. *Freshwater Ecology*. John Wiley & Sons. Gran Bretaña. 285 pp.
- Karr, J. R. 1981. Assesment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* **6**: 21-27.
- Karr, J. R. y D. R. Dudley. 1981. Ecological perspective on water quality goals. *Environmental Management* **5**: 55- 68.
- Kawase, M. 1979. Role of cellulase in aerenchyma development in sunflower. *Am. J. Bot.* **66**: 183- 190.



- Kawase, M. y R. E. Whitmoyer. 1980. Aerenchyma development in waterlogged plants. *Am. J. Bot.* **67**: 18- 22
- Kelly, M. G. y B. A. Whitton. 1998. Biological monitoring of eutrophication in rivers. Kluwer Academic Publishers. *Hydrobiologia* **384**: 55- 67.
- Lewis, T. y L. R. Taylor. 1967. Introduction to experimental ecology. Academic Press. Gran Bretaña. 401 pp.
- Lampert, W. y V. Sommer. 1997. Limnoecology: the ecology of lakes and streams. Oxford University Press. EUA. 382 pp.
- Lot, A.; A. Novelo y P. Ramírez-García. 1993. Diversity of mexican aquatic vascular plant flora. En: Ramamoorthy, T.P.; R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Biological diversity of México: Origins and distribution. Oxford University Press. EUA. Pp 577-591.
- Ludwig J. y J. Reynolds. 1988. Statistical ecology. John Wiley & Sons. NY, EUA 337 pp.
- Lyons, J. 1999. Indices de Integridad Biótica, conceptos y aplicaciones. Cuaderno de apuntes para el proyecto CONACYT- SIHGO. México.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. EUA. 179pp.
- Maitland, P. S. y N. C. Morgan. 1997. Conservation management of freshwater habitats. Chapman & Hall. Gran Bretaña. 233 pp.
- Mason, C. F. 1996. Biology of freshwater pollution. 3<sup>ra</sup> edición. Longman. Singapore. 356 pp.

- McKauge, K. 1998. <http://www.dpi.qld.gov.au/fishweb/habitats/waterbodies.html>.  
Manager, Institute Development, Fishseries Group.
- Metcalfe, J. L. 1989. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. *Environ. Pollut.*, **60**: 101- 139.
- Metcalfe, C. R. y L. Chalk. 1950. *Anatomy of the dicityledons*. Claredon Press. Gran Bretaña. 1500 pp.
- Mitsch, W. y J. Gosselink. 2000. *Wetlands*. 3<sup>ra</sup> edición. John Wiley & Sons, Inc. Canadá. 920 pp.
- Miranda A, M. G. y A. Lot. 1999. El lirio acuático, ¿una planta nativa de México?. *Ciencias*, **53**: 50- 54. UNAM. México.
- Neyra L. y L. Durand. 1998. Biodiversidad, parte II: Recursos Naturales. En: CONABIO. *La diversidad biológica de México: estudio de país*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 341pp.
- Novelo, A. y C. T. Philbrick. 1997. Taxonomy of Mexican Podostemaceae. *Aquatic Botany* **57**: 275. 303.
- Olson, E. 1999. <http://www.thekrib.com/plans/plants>.
- Pinder L., C. V. e I. S. Farr. 1987. Biological surveillance of water quality. The influence of organic enrichment on the macroinvertebrate fauna of small chalk streams. *Arch. Hydrobiol.*, **109**: 619-637.

- Puig, H. 1976. Vegetation de La Huasteca, Mexique. Mission Archeologique et ethnologique française au Mexique. Centre National de la Recherche Scientifique. Etudes Mesoamericanes. México. 531 pp.
- Quiroz, A.; A. Novelo R. y C. T. Philbrick. 1997. Water chemistry and the distribution of Mexican Podostemaceae: a preliminary evaluation. *Aquatic Botany* 57: 201- 212.
- Ramos V., L y A. Novelo R. 1993. Vegetación y flora acuáticas de la Laguna de Yuriria, Guanajuato, México. *Acta Bot. Mex.* 25: 61-79. México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. LIMUSA. México. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1992a. Diversidad y origen de la flora fanerogámica de México. En: La diversidad biológica de Iberoamérica. CYTED-D. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Vol. especial, *Acta Zool. Mex.* Instituto de Ecología, A. C. Secretaria de Desarrollo Social. Pp. 311- 334.
- Rzedowski, J. 1992b. El endemismo de la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. En: La diversidad biológica de Iberoamérica. CYTED-D. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Vol. especial, *Acta Zool. Mex.* Instituto de Ecología, A. C. Secretaría de Desarrollo Social. Pp. 337- 359.
- Sarukhán, J.; J. Soberón y J. Larson-Guerra. 1996. Biological conservations in a high beta-diversity country. En: Di Castri, F. y T. Younès (eds.). *Biodiversity science and development: Towards a new partner-ship.* CAB International.
- Sculthorpe, D. C. 1967. *The biology of aquatic vascular plants.* Edward Arnold. London, Gran Bretaña. 610 pp.

- Secretaría de Recursos Hidráulicos, Dirección de Hidrología. 1975. Región hidrológica No. 26, cuenca del río Pánuco. Pp. 1-03.1 - .13, 1-05.1 y .2
- Simon, T. P. y J. Lyons. 1995. Application of the Index of Biotic Integrity to evaluate water resource integrity in freshwater ecosystems. En *Biological assessment and criteria. Tools for water resource planning and decision*. L. S. Davis y T. P. Simpon (editores), Lewis publishers. EUA. Pp: 245- 262
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* **163**: 688.
- Taboada, S. M.; A. J. Granjeno, B. E. Pérez, M. A. Villavicencio. 1997. Literatura sobre flora y fauna de la región centro- sur de la República Mexicana (análisis preliminar). En: *Academia Regional de Investigadores en Flora y Fauna del Centro de la República Mexicana*. México. 280 pp.
- Washington, H. G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Res.*, **18**: 653- 694.
- Wilhm, J. L. y T. C. Dorris. 1968. Biological parameters for water quality criteria. *Bioscience*, **18**: 477-481.
- Williams-Linera, G; G. Halffter y E. Ezcurra. 1992. El estado de la biodiversidad en México. En: *La diversidad biológica de Iberoamérica*. CYTED-D. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Vol. especial, *Acta Zool. Mex.* Instituto de Ecología, A. C. Secretaría de Desarrollo Social. 386 pp.

## **Apéndice 1. Ubicación geográfica de cada localidad.**

### **Localidad RC. Río Conca**

Municipio: Arroyo Seco, Qro.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 26' 35" N, 99° 38' 08" W

Altura sobre el nivel del mar: 560 m.

### **Localidad BC. Balneario Ayutla**

Municipio: Arroyo Seco, Qro.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 23.84' N, 99° 34.71' W

Altura sobre el nivel del mar: 610 m.

### **Localidad RP. Río El Pueblito**

Municipio: Villa Corregidora, Qro.

Subcuenca: río Moctezuma

Posición: 20° 31.206' N, 100° 26' W

Altura sobre el nivel del mar: 1825 m.

### **Localidad PR. Puente Las Rosas**

Municipio: Tequisquiapan, Qro.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 20° 30' N, 99° 45' W

Altura sobre el nivel del mar: Ca 1800 m.

### **Localidad 1. Fracción de Sánchez**

Municipio: Santa María del Río, S. L. P.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 47' 5" N, 100° 41' 11" W

Altura sobre el nivel del mar: 1650 m.

**Localidad 2. La Planta, La Hacienda**

Municipio: Río Verde, S.L.P.

Subcuenca: Río Verde

Posición: 21° 54' 46.2" N, 99° 57' 13.6" W

Altura sobre el nivel del mar: 980 m.

**Localidad 3. Puente La Plazuela**

Municipio: Río Verde, S. L. P.

Subcuenca: Río Verde

Posición: 21° 47' 28" N, 99° 55' 31" W

Altura sobre el nivel del mar: 852 m.

**Localidad 4. Pirihuán**

Municipio: Santa Catarina, S. L. P.

Subcuenca: Río Verde

Posición: 21° 42' 38" N, 99° 34' 30" W

Altura sobre el nivel del mar: 733 m.

**Localidad 6. Potrero del Carnero**

Municipio: Villaterrazas, S. L. P.

Subcuenca: Río Verde

Posición: 21° 52' 46" N, 99° 27' 11" W

Altura sobre el nivel del mar: 246 m.

**Localidad 7. Canoas**

Municipio: Santa Catarina, S. L. P.

Subcuenca: río Tamasopo

Posición: 21° 56' 40" N, 99° 30' 38" W

Altura sobre el nivel del mar: 1020 m.

**Localidad 8. Quinta Matilde**

Municipio: Santa Catarina, S. L. P.

Subcuenca: río Tamasopo

Posición: 21° 54' 52" N, 99° 30' 33" W

Altura sobre el nivel del mar: 1137 m.

**Localidad 9. El Realito, Mineral del Refugio**

Municipio: Victoria, Gto.

Subcuenca: Santa María

Posición: 21° 36' 23" N, 100° 13' 49" W

Altura sobre el nivel del mar: 1120 m.

**Localidad 13. San Salvador de los Ahorcados**

Municipio: Victoria, Gto.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 19.83' N, 100° 17.08' W

Altura sobre el nivel del mar: 1859 m.

**Localidad 14. Paso de Vaqueros I, arroyo Manzanares**

Municipio: San Luis de la Paz, Gto.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 20.56' N, 100° 22.40' W

Altura sobre el nivel del mar: 1950 m.

**Localidad 15. Paso de Vaqueros II, río Manzanares**

Municipio: San Luis de la Paz, Gto.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 21.32' N, 100° 22.87' W

Altura sobre el nivel del mar: 1920 m.

**Localidad 23. El Oasis**

Municipio: Peñamiller, Qro.

Subcuenca: Extóraz

Posición: 21° 00' 27" N, 99° 42' W

Altura sobre el nivel del mar: 1230 m.

**Localidad 24. Río Extóraz**

Municipio: Peñamiller, Qro.

Subcuenca: Extóraz

Posición: 21° 02.28' N, 99° 46.58' W

Altura sobre el nivel del mar: 1249 m.

**Localidad 25. Cascadas de Chubeje**

Municipio: Pinal de Amoles, Qro.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 09' 55" N, 99° 33' 29" W

Altura sobre el nivel del mar: 544 m.

**Localidad 26. Carpintero**

Municipio: Huehuetlán, S. L. P.

Subcuenca: río Gallinas

Posición: 21° 53.94' N, 99° 15.07' W

Altura sobre el nivel del mar: 213 m

**Localidad 27. Río Rascón**

Municipio: Ciudad Valles, S. L. P.

Subcuenca: río Gallinas

Posición: 22° 00' 43" N, 99° 15' W

Altura sobre el nivel del mar: 223 m.



**Localidad 28.** Tamasopo, balneario Las Cascadas

Municipio: Tamasopo, S. L. P.

Subcuenca: Tamasopo

Posición: 21° 56.38' N, 99° 23.78' W

Altura sobre el nivel del mar: 176 m.

**Localidad 29.** El Rodeo

Municipio: Lagunillas, S. L. P.

Subcuenca: Río Verde

Posición: 21° 42.21' N, 99° 48.13' W

Altura sobre el nivel del mar: 807 m.

**Localidad 30.** El Trapiche, río Jalpan

Municipio: Arroyo Seco, Qro.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 19.98' N, 99° 31.66' W

Altura sobre el nivel del mar: 560 m.

**Localidad 31.** El Aguacate, río Ayutla

Municipio: Arroyo Seco, Qro.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 23.24' N, 99° 35.27' W

Altura sobre el nivel del mar: 647 m.

**Localidad 32.** Río Santa María

Municipio: Arroyo Seco, Qro.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 23.84' N, 94° 34.71' W

Altura sobre el nivel del mar: 630 m.

**Localidad 33. El Carrizal**

Municipio: Arroyo Seco, Qro.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 29.29' N, 99° 41.943' W

Altura sobre el nivel del mar: 570 m

**Localidad 34. San Pedro Escanela, río Escanela**

Municipio: Pinal de Amoles, Qro.

Subcuenca: río Santa María

Posición: 21° 11.006' N, 99° 36.371' W

Altura sobre el nivel del mar: 1200 m.

Apéndice 2. Valores de importancia de cada especie sin tomar en cuenta la localidad en la que aparecen.

ESPECIE	VALOR DE IMPORTANCIA
2. <i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	1.1244
3. <i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	0.0799
5. <i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	0.9384
6. <i>Agrostis semiverticillata</i> (Forssk.) C. Chr.	0.1141
7. <i>Ambrosia codifolia</i> (A. Gray) Rayner	0.119
9. <i>Anemia adiantifolia</i> (L.) Sw.	1.0369
10. <i>Anemia</i> sp.	0.0545
11. <i>Anoda cristata</i> (L.) Schltdl.	0.0398
15. <i>Arundo donax</i> L.	0.9144
16. <i>Asclepias angustifolia</i> Schweigg	0.0735
17. <i>Asclepias curassavica</i> L.	0.0722
18. <i>Asclepias linaria</i> Cav.	0.2491
20. <i>Aster subulatus</i> Michx.	0.4291
21. <i>Baccharis salicifolia</i> (Ruíz & Pav.) Pers.	3.9502
22. <i>Baccharis</i> sp.	1.5429
24. <i>Baccharis</i> sp.	0.0427
25. <i>Bacopa monneri</i> (L.) Wettst.	0.7468
27. <i>Bambusa</i> sp.	0.196
28. <i>Bambusa</i> sp.	0.1822
29. <i>Begonia gracilis</i> Humb., Bonpl., Kunth	0.1114
30. <i>Bidens odorata</i> Cav.	0.5434
31. <i>Bidens</i> sp.	0.0421
32. <i>Bidens</i> sp.	0.1368
33. <i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	0.0855
34. <i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter.	0.0496
36. <i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltdl.	0.0479
37. <i>Bouvardia</i> sp.	0.0458
38. <i>Calea</i> sp.	0.1727
42. <i>Capraria biflora</i> L.	0.8184
43. <i>Cenchrus ciliaris</i> L.	0.4451
44. <i>Ceratophyllum demersum</i> L.	0.1416
46. <i>Commelina diffusa</i> Burm.	0.4108
47. <i>Commelina erecta</i> L.	0.0437
52. <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	0.162
53. <i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst	0.1108
54. <i>Cynodon</i> sp.	0.0463
55. <i>Cynodon</i> sp.	0.444
56. <i>Cynodon</i> sp.	0.2012
57. <i>Cyperus aristatus</i> Rottb.	0.121
58. <i>Cyperus humilis</i> Kunth	0.0425
59. <i>Cyperus niger</i> Ruíz & Pav.	0.1719
60. <i>Cyperus odoratus</i> L.	0.0888

ESPECIE	VALOR DE IMPORTANCIA
61. <i>Cyperus pseudovegetus</i> Steud.	0.3698
62. <i>Cyperus sesleroides</i> Kunth	0.0498
63. <i>Cyperus</i> sp.	0.2201
64. <i>Cyperus</i> sp.	0.068
66. <i>Dalea tuberculata</i> Lag.	0.0647
68. <i>Desmodium</i> sp.	0.111
69. <i>Desmodium</i> sp.	0.0647
74. <i>Distichlis</i> sp.	0.1254
75. <i>Dryopteris</i> sp.	0.2527
76. <i>Dryopteris</i> sp.	0.0578
80. <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) P. Beauv.	0.121
81. <i>Echinochloa crusgalli</i> (Humb., Bonpl., Kunth) Schult.	0.0371
82. <i>Echinochloa</i> sp.	0.153
83, 84. <i>Eclipta prostrata</i> L.	0.0894
86. <i>Eichhornia crassipes</i> (Martens) Solms	0.4301
87. <i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.	0.2621
88. <i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	0.465
89. <i>Eleocharis macrostachya</i> Britton	0.3161
91. <i>Eleocharis</i> sp.	0.1573
92. <i>Eleocharis</i> sp.	0.2638
97. <i>Equisetum hyemale</i> L.	0.2265
100. <i>Equisetum</i> sp.	0.0533
107. <i>Euphorbia hirta</i> L.	0.0468
108. <i>Eustoma exaltatum</i> (L.) Don	0.0512
109. <i>Eustoma grandiflorum</i> (Raf.) Shinnars	0.0666
110. Fabaceae, # de colecta: 630	0.1098
111. <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	0.0496
115. <i>Grindelia inuloides</i> Willd.	0.1257
116. <i>Heimia salicifolia</i> (Humb., Bonpl., Kunth) Link & Otto	0.5389
118. <i>Heliopsis procumbens</i> Hemsl.	0.2687
119. <i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pav.	0.1759
121. <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.	0.0864
122. <i>Hydrocotyle umbellata</i> L.	0.3034
123. <i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb.	1.0783
124. <i>Hymenostephium</i> sp.	0.1305
125. <i>Hypoxis decumbens</i> L.	0.0379
128. <i>Inga</i> sp.	0.6971
129. <i>Ipomoea decasperma</i> H.M.Hall.	0.4964
133. <i>Lemna gibba</i> L.	0.0568
140. <i>Lobelia purpusii</i> K.Brandege	0.2688
143. <i>Ludwigia peploides</i> (Humb., Bonpl., Kunth) Raven	0.3827
144. <i>Ludwigia repens</i> J.R.Forst.	0.1383
145. <i>Lythrum dactyanum</i> Nieuwl.	0.0924
146. <i>Lythrum gracile</i> Benth.	0.1049
147. <i>Lythrum</i> sp.	0.056
151. <i>Marsilea mollis</i> Rob. & Fernald	0.9397
154. <i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC	0.0475
155. <i>Mimulus glabratus</i> Humb., Bonpl., Kunth	0.0765
157. <i>Najas guadalupensis</i> (Spreng.) Magnus	0.7053

ESPECIE	VALOR DE IMPORTANCIA
158. <i>Nectandra</i> sp.	0.0651
162. <i>Oplismenius hirtellus</i> (L.) P.Beauv.	0.0498
164. <i>Panicum obtusum</i> Humb., Bonpl., Kunth	0.2318
165. <i>Panicum</i> sp.	0.5752
166. <i>Panicum</i> sp.	0.0361
167. <i>Panicum</i> sp.	0.2263
169. <i>Parthenium hyterophorus</i> L.	0.1152
170. <i>Paspalum conjugatum</i> P.J.Bergius	0.0509
171. <i>Paspalum disticum</i> L.	0.0484
173. <i>Paspalum notatum</i> Flügge	0.2141
174. <i>Paspalum</i> sp.	0.1549
177. <i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	0.1092
179. <i>Pilea</i> sp.	0.047
180. <i>Pilea</i> sp.	0.1332
181. <i>Pilea</i> sp.	0.0509
182. <i>Piper</i> sp.	0.0677
184. <i>Plantago australis</i> Lam.	0.0851
185. <i>Plantago major</i> L.	0.1895
186. <i>Platanus mexicana</i> Moric.	1.0922
187. <i>Pleopeltis macrocarpa</i> var. <i>interjecta</i>	0.1122
189. <i>Polygonum coccineum</i> Muhl.	0.043
190. <i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	0.1117
191. <i>Polygonum lapathifolium</i> L.	0.2651
192. <i>Polygonum punctatum</i> Elliot	0.4137
194. <i>Polygonum</i> sp.	0.0693
196. <i>Polygonum</i> sp.	0.0629
197. <i>Polypodium thyssanolepis</i> A. Braun ex Klotzsch	0.0413
198. <i>Portulaca umbraticola</i> Humb., Bonpl. & Kunth	0.0851
199. <i>Portulaca</i> sp.	0.1113
200. <i>Potamogeton diversifolius</i> Raf.	0.0626
201. <i>Potamogeton pusillus</i> L.	0.3417
203. <i>Potamogeton</i> sp.	0.0503
204. <i>Priva mexicana</i> (L.) Pers.	0.0358
206. <i>Rhus toxicodendron</i> L.	0.378
207. <i>Rhynchelthrum repens</i> (Willd.) C.E.Hubb.	0.0541
208. <i>Ricinus comunis</i> L.	0.4739
209. <i>Rorippa narsturtium aquaticum</i> (L.) Hayek	0.0924
211. <i>Ruellia nodiflora</i> Urb.	0.1408
213. <i>Salix bonplandiana</i> Humb., Bonpl. & Kunth	0.1806
214. <i>Salix humboldtiana</i> Willd.	0.3402
215. <i>Salix lasiolepis</i> Benth.	0.0564
216. <i>Salix nigra</i> Marshall	1.1012
218. <i>Salvia reflexa</i> Hornem	0.1573
219. <i>Salvia riparia</i> Humb., Bonpl.& Kunth	0.0947
222. <i>Samolus ebracteatus</i> Humb.& Bonpl., Kunth	0.0452
225. <i>Selaginella hoffmannii</i> Hieron	0.6455
226. <i>Selaginella sartorii</i> Hieron	0.0398
227. <i>Selaginella</i> sp.	0.1119
229. <i>Setaria geniculata</i> (Lam.) P.Beauv.	0.4299

ESPECIE	VALOR DE IMPORTANCIA
230. <i>Sida acuta</i> Burman f.	0.1291
234. <i>Solanum americanum</i> Mill.	0.1308
236. <i>Solanum skutchii</i> Correll.	0.1128
238. <i>Spilanthes oppositifolia</i> (Lam.) D'Arcy	0.3432
239. <i>Spilanthes</i> sp.	0.1729
242. <i>Stachys</i> sp.	0.0353
244. <i>Syngonium podophyllum</i> Schott	0.2677
245. <i>Tagetes micrantha</i> Cav.	0.0678
246. <i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	1.9682
248. <i>Teucrium cubense</i> Jacq.	0.088
249. <i>Thelypteris interrupta</i> (Willd.) K.Iwats.	0.2361
251. <i>Thelypteris</i> sp.	0.1747
257. <i>Typha dominguensis</i> Pers.	0.5707
260. <i>Verbena litoralis</i> Humb., Bonpl. & Kunth	0.273
261. <i>Verbesina</i> sp.	0.0512
262. <i>Viguiera</i> sp.	0.0506
263. <i>Xanthium strumarium</i> L.	0.0711
265. <i>Zannichellia palustris</i> L.	0.6152
266. <i>Zephyranthes brevipes</i> (Backer) Standl.	0.0851
268. Acanthaceae, # de colecta: 337	0.0651
269. Asteraceae, # de colecta: 117	0.0688
270. Asteraceae, # de colecta: 130	0.0782
273. Asteraceae, # de colecta: 178	0.0825
277. Asteraceae, # de colecta: 242	0.3542
278. Asteraceae, # de colecta: 245	0.0401
279. Asteraceae, # de colecta: 254	0.0859
281. Asteraceae, # de colecta: 341	0.0589
283. Asteraceae, # de colecta: 369a	0.3627
289. Convolvulaceae, # de colecta: 310	0.0865
290. Cucurbitaceae, # de colecta: 316	0.1822
293. Lamiaceae, # de colecta: 332	0.063
295. Plantaginaceae, # de colecta: 428	0.0361
296. Poaceae, # de colecta: 110	0.1047
297. Poaceae, # de colecta: 531a	0.0644
298. Poaceae, # de colecta: 533	0.1831
299. Poaceae, # de colecta: 128	0.1134
300. Poaceae, # de colecta: 131	0.1681
301. Poaceae, # de colecta: 140	0.1396
302. Poaceae, # de colecta: 145	0.1923
303. Poaceae, # de colecta: 173	0.1573
304. Poaceae, # de colecta: 163	0.3935
305. Poaceae, # de colecta: 188	0.1407
306. Poaceae, # de colecta: 279	0.1818
307. Poaceae, # de colecta: 354	0.0879
308. Poaceae, # de colecta: 358	0.0574
309. Poaceae, # de colecta: 362	0.0815
310. Poaceae, # de colecta: 622	0.0671
311. Poaceae, # de colecta: 372a	0.1336
314. Polypodiaceae, # de colecta: 154	0.0558

ESPECIE	VALOR DE IMPORTANCIA
316. Scrophulariaceae, # de colecta: 623	0.0458
318. Solanaceae, # de colecta: 241	0.0711
319. <i>Lilaeopsis schaffneriana</i> (Schltdl.) Coult. et Rose	0.3956
320. s/d, # de colecta: 109	0.0648
321. s/d, # de colecta: 111a	0.1047
323. s/d, # de colecta: 118	0.0688
324. s/d, # de colecta: 119	0.0644
325. s/d, # de colecta: 148	0.0447
326. s/d, # de colecta: 157	0.1195
327. s/d, # de colecta: 179	0.1573
328. s/d, # de colecta: 451	0.1277
330. s/d, # de colecta: 223	0.0765
334. s/d, # de colecta: 426	0.0361
335. s/d, # de colecta: 429	0.0365
336. s/d, # de colecta: 281	0.0792
337. s/d, # de colecta: 293	0.048
338. s/d, # de colecta: 295	0.0477
339. s/d, # de colecta: 296	0.0622
340. s/d, # de colecta: 299	0.0465
341. s/d, # de colecta: 599	0.0505
342. s/d, # de colecta: 306	0.0673
343. s/d, # de colecta: 307	0.0639
344. s/d, # de colecta: 607	0.0483
345. s/d, # de colecta: 342	0.0402
347. s/d, # de colecta: 367	0.1773