

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

**Estudio de la vegetación y flora
acuática vascular de la
laguna de Yuriria, Guanajuato**

Titulo de la Tesis

TES 01000169669

TESIS

Que presenta

LEANDRO JAVIER RAMOS VENTURA

Para obtener el título de

B I O L O G O

Director de tesis: M. en C. Alejandro Novelo Retana



Los Reyes Iztacala

1991





SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Estudio de la vegetación y flora
acuática-vascular de la
laguna de Yuriria, Guanajuato

Dibujo de la Portada

Formas de vida de las plantas acuáticas;
Hidrófita enraizada de tallos flotantes (*Ludwigia*)
Hidrófita enraizada sumergida (*Potamogeton*)
Hidrófita libremente sumergida (*Utricularia*)
Hidrófita enraizada de hojas flotantes (*Nymphaea*)
Hidrófita enraizada emergente (*Typha*)
de Amy Story.

Tomado de "Aquatic and Wetland Plants of the Arnold Arboretum".
P.A. Dalton y A. Novelo. Arnoldia 43(2):7-44. 1983.

Diseño de Portada

Felipe Villegas M.



Las Rosas Ixtacala



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Los Reyes Iztacala, a 23 de Agosto de 1991

APROBACION DE TESIS

Lic. América Landa Romero.

Jefe de la Unidad de
Administración Escolar
Presente.

Por medio de la presente manifestamos a usted que como Miembros de la Comisión Dictaminadora del trabajo de Tesis del Pasante de Biología: LEANDRO JAVIER RAMOS VENTURA

titulado: " ESTUDIO DE LA VEGETACION Y FLORA ACUATICA VASCULAR DE LA LAGUNA DE YUBIRIA, CUANAHUATO"

para obtener el grado de Licenciatura, después de haber sido -- cuidadosamente revisado y realizadas las correcciones que se -- consideraron pertinentes, declaramos nuestra aprobación del trabajo escrito, ya que reúne las características, calidad y decoro académico del título al que aspira.

Atentamente.
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

BIOL. MARTHA CASTILLA HERNANDEZ

BIOL. DANIEL TEJERO DIEZ

M. en C. ALEJANDRO NOVELO RETANA

BIOL. SILVIA AGUILAR RODRIGUEZ

BIOL. SILVIA ROMERO RANGEL

(Nombre completo)


Firma

DEDICATORIA

A mi padre:

Eulogio Ramos Rodriguez.

Por ser el mejor maestro y consejero en la más difíciles de las escuelas que es la vida; gracias por la orientación brindada en cada etapa de mi vida y por el ejemplo constante que me ha dado de rectitud, responsabilidad y honestidad.

A mi madre:

Victoria Ventura Mendoza.

Por su confianza, apoyo y amor incondicional que siempre me ha brindado, representando un aliciente en mi existencia que me motiva a continuar y a emprender nuevas metas.

**A mi hermana y sobrinos: Anastacia Ramos Ventura
Luis Ernesto Becerra Ramos
Jorge Daniel Becerra Ramos**

A mis tíos y primos.

A todas aquellas personas:

Que han sido parte de mi vida y que de alguna manera contribuyeron a ser una motivación en mi formación como persona y profesionalista.

AGRADECIMIENTOS.

Al M. en C. Alejandro Novelo Retana director del presente trabajo, por la oportunidad de participar en este proyecto, por su asesoría y valioso apoyo en la revisión y elaboración del mismo, por las facilidades otorgadas y sobre todo por su amistad y paciencia mostrada.

Al Dr. Antonio Lot Helgueras por su apoyo y las facilidades brindadas durante la elaboración del trabajo en el Departamento de Botánica en el Instituto de Biología.

Al M. en C. Agustín Quiróz Flores por el valioso tiempo empleado en el asesoramiento y apoyo en la elaboración de los análisis físico-químicos de las muestras de agua y sedimento, igualmente por la revisión y acertados comentarios del manuscrito.

Al Sr. Felipe Villegas por la elaboración de la portada, los mapas y los perfiles de vegetación.

A los biólogos Alfonso Sánchez y Enrique Solís por su amistad y valiosa ayuda en el tratamiento químico de las muestras de agua y sedimento.

Al M. en C. Pedro Ramírez G. por su asesoría en el procesamiento de la información.

A la Sta. Celina Bernal por su valiosa ayuda en el manejo e impresión del texto y las gráficas en computadora.

Al los biólogos Daniel Tejero D., Martha Castilla H., Silvia Romero R. y Silvia Aguilar R. por la revisión del manuscrito y por sus valiosas observaciones, comentarios y sugerencias.

Al Biol. Ruben López C. por su apoyo y amistad brindada, para lograr la finalización de este trabajo.

A la P. de Biol. Irene Diaz Vilchis por la aportaciones y sugerencias en la revisión del manuscrito.

A mis compañeros del Laboratorio de Vegetación Acuática del Instituto de Biología:

José Rojas M., Marco Antonio Mijangos C., Daniel Ocaña N. y Martha Olvera que participaron no sólo con su ayuda, sino también con la aportación de ideas tanto en el trabajo de campo como de laboratorio, que con su compañerismo y convivencia permitieron un agradable ambiente de trabajo.

A la Dra Patricia Dávila y al Dr. Alfonso Delgado S. por su apoyo y las facilidades brindadas para la realización de este trabajo, tanto en el Herbario Nacional (MEXU) como en el Departamento de Botánica del Instituto de Biología.

Esta tesis se realizó gracias al apoyo del proyecto PCCNCNA 050443 del CONACYT.

TABLAS

Tabla 1. Listado y distribución de la flora acuática vascular en la laguna de Yuriria, Guanajuato.

Tabla 2. Datos de nivel de agua, temperatura, nivel de agua, precipitación y evaporación de la laguna de Yuriria. Se tomó como referencia el Embarcadero a través del ciclo anual (mayo de 1986 a mayo de 1987). Datos proporcionados por el Departamento de aguas superficiales de la SARH. Celaya, Guanajuato.

Tabla 3. Resultados de los análisis físicoquímicos de las aguas de la laguna de Yuriria, durante el ciclo anual.

Tabla 4a. Dominancia de aniones y cationes en muestras de agua estudiadas en las distintas localidades de muestreo.

Tabla 4b. Dominancia de aniones y cationes en muestras de agua durante el ciclo anual (mayo de 1986 a abril de 1987).

Tabla 5. Resultados de los análisis químicos de las muestras de agua de la laguna de Yuriria.

Tabla 6. Datos de las características físicoquímicos de las muestras de sedimentos de la laguna de Yuriria.

Tabla 7. Resultados de los análisis químicos de las muestras de sedimentos de la laguna de Yuriria.

FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización geográfica de la laguna de Yuriria en el estado de Guanajuato.

Figura 2. Climograma de la estación meteorológica de Yuriria, ubicada en la parte sur de la laguna (datos de García, 1981).

Figura 3. Mapa de ubicación de zonas de muestreo y distribución de las asociaciones más importantes de plantas vasculares acuáticas de la laguna de Yuriria.

Figura 4. Secciones diagramáticas de la distribución de las hidrófitas más frecuentes en las localidades de (a) San Pedro, (b) Coyontle, el Embarcadero en (c) el muelle y en (d) el arroyo en la laguna de Yuriria.

Figura 5. Secciones diagramáticas de la distribución de las hidrófitas más frecuentes en las localidades de (a) Mariu, (b) Cahuajeo, (c) Río Ciénega y (d) Characo en la laguna de Yuriria.

Figura 6. Secciones diagramáticas de la distribución de las hidrófitas más frecuentes en las localidades de (a) Hacienda de las Flores, (b) Piedra Honda y (c) El Fuerte en la laguna de Yuriria.

Figura 7. Gráficas de la variación anual de los parámetros físicos de las aguas de la laguna de Yuriria: profundidad registrado por la SARH, transparencia, temperatura ambiental registrado por la SARH, temperatura del agua, precipitación y conductividad.

Figura 8. Gráficas de la variación anual de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la laguna de Yuriria: Alcalinidad, Salinidad, pH.

Figura 9. Diagrama iónico que muestra la proporción de concentración de aniones y cationes en promedio para cada una de las localidades de la laguna de Yuriria.

Figura 10. Gráficas de la variación anual de los parámetros químicos de las aguas de la laguna de Yuriria: Bicarbonatos, Cloruros, Carbonatos y Sulfatos.

Figura 11. Gráficas de la variación anual de los parámetros químicos de las aguas de la laguna de Yuriria: Sodio, Magnesio, Potasio, Calcio, Nitrógeno, Fósforo.

Figura 12. Gráficas de la variación anual de los parámetros fisicoquímicos del sedimento de la laguna de Yuriria: Humedad, Materia orgánica, pH.

Figura 13. Gráficas de la variación anual de los parámetros químicos del sedimento de la laguna de Yuriria: Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio.

Figura 14. Gráficas de la variación anual de los parámetros químicos del sedimento de la laguna de Yuriria: Manganeso, Hierro, Zinc, Cobre, Nitrógeno.

CONTENIDO.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS

RESUMEN.....	i
I.INTRODUCCION.....	1
1.1. Generalidades de los medios acuáticos.....	1
1.2. Concepto y clasificación de la vegetación acuática.....	4
1.3. Distribución y estructura de la vegetación acuática.....	5
1.4. Importancia de la vegetación acuática.....	6
II. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	8 - 10
III. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	12
3.1. Bosquejo histórico.....	12
3.2. Situación geográfica.....	12
3.3. Fisiografía.....	14
3.4. Geología.....	14
3.5. Topografía.....	14
3.6. Edafología.....	15
3.7. Clima.....	15
3.8. Hidrología.....	17
3.9. Vegetación circundante.....	17
3.10. Influencia humana.....	17
IV. METODOLOGIA.....	19
4.1. Trabajo de campo.....	19
4.2. Trabajo de laboratorio.....	21
4.3. Trabajo de gabinete.....	22
V. RESULTADOS.	23
5.1. Flora y Vegetación.....	23
5.1.1. Flora.....	23
5.1.2. Vegetación.....	28
5.1.3. Asociaciones vegetales acuáticas.....	29

5.1.4. Usos de las plantas acuáticas.....	38
5.2 Características físicas del agua.....	39
5.2.1. Nivel de agua.....	39
5.2.2. Transparencia.....	39
5.2.3. Temperatura.....	39
5.2.4. Precipitación y Evaporación.....	40
5.2.5. Conductividad.....	40
5.3. Características químicas del agua.....	43
5.3.1. Alcalinidad.....	43
5.3.2. Salinidad.....	43
5.3.3. pH del agua.....	43
5.4. Composición iónica.....	46
5.4.1. Bicarbonatos.....	50
5.4.2. Cloruros.....	50
5.4.3. Carbonatos y Sulfatos.....	50
5.4.4. Sodio.....	52
5.4.5. Magnesio.....	52
5.4.6. Potasio y Calcio.....	52
5.4.7. Nitrógeno y Fosforo.....	52
5.5 Características físicas de los sedimentos.....	54
5.5.1. Textura.....	54
5.6. Características químicas de los sedimentos.....	55
5.6.1. Porcentaje de humedad.....	55
5.6.2. Materia orgánica.....	55
5.6.3. pH del sedimento.....	56
5.7. Macronutrientes y micronutrientes.....	56
5.8. Nitrógeno	59
VI. DISCUSION.....	64
VII. CONCLUSIONES.....	72
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	75

RESUMEN.

Dada la profunda alteración que sufren los recursos acuáticos y al escaso conocimiento que se tiene de la vegetación acuática y subacuática de los principales lagos continentales en México, especialmente los que se encuentran ubicados en la parte central de nuestro territorio.

Se realizó este trabajo en la laguna de Yuriria, Guanajuato de mayo de 1986 a mayo de 1987. Se hicieron visitas bimensuales para recolectar material botánico y efectuar muestreos de aguas y sedimentos.

La finalidad fué la de dar a conocer la flora y vegetación acuática vascular de la laguna y las distintas asociaciones que existen. Se consideraron así mismo diversos factores fisicoquímicos del agua y del sedimento y se les relacionó con la distribución de la vegetación acuática vascular dentro de la laguna.

Se elaboró un listado florístico de la vegetación acuática vascular de la laguna de Yuriria, y se describen las diferentes comunidades de la vegetación acuática y sus asociaciones dentro de la misma. La distribución de las especies se muestra en un mapa y en varios perfiles diagramáticos.

Por otro lado se registraron los nombres comunes y usos de algunas plantas acuáticas que son dados por los lugareños.

Esta laguna presenta una diversidad florística que comprende 45 especies y 32 géneros pertenecientes a 23 familias de plantas vasculares.

Las familias mejor representadas fueron GRAMINEAE y CYPERACEAE con nueve especies, COMPOSITAE con cuatro especies, LEMNACEAE y POLYGONACEAE con tres especies y UMBELLIFERAE con dos especies. El resto de las familias estuvo representada por una sola especie.

Las herbáceas destacaron como forma biológica dominante. Un sólo elemento arbóreo (*Taxodium*) fué registrado. Entre las herbáceas hubo un predominio de las hidrófitas enraizadas emergentes con un total de 26 especies (acuáticas y subacuáticas), 5 especies de las hidrófitas libremente flotadoras y 3 especies de hidrófitas sumergidas y 3 especies de las hidrófitas de hojas flotantes. La vegetación acuática de la laguna estuvo dominada por *Typha domingensis* y *Scirpus californicus* que se encontraron formando extensos manchones en los lugares someros del sur y del sureste.

A continuación y en orden de importancia y por el área cubierta les siguen las hidrófitas libremente flotadoras, con cinco especies. *Eichornia crassipes* o "lirio acuático",

es la hidrófita más relevante de este grupo, dado que cubre durante la época de lluvias aproximadamente más de la mitad de la superficie de la laguna.

En cuanto a los usos de las plantas acuáticas vasculares se limitó a unas cuantas especies, como forrajeros, fertilizantes, alimentos frescos y de uso artesanal.

De acuerdo a los valores registrados de los diversos factores fisicoquímicos de las aguas y de los sedimentos, se puede establecer una homogeneidad de éstos a lo largo del año y nos permite clasificar a las aguas de la laguna como del tipo "duras", principalmente por el predominio de bicarbonato de sodio. No obstante, la complejidad para realizar una evaluación más concreta de la influencia de los parámetros fisicoquímicos de las aguas y de los sedimentos con la distribución de las plantas acuáticas en la laguna de Yuriria, se puede decir que las especies con amplia tolerancia, son las que mejor se establecen y desarrollan bajo condiciones ecológicas muy diversas e inclusive de perturbación, como la mayoría de las especies de hidrófitas enraizadas emergentes y libres flotadoras que se desarrollan en la laguna.

Un grave proceso de alteración se registró lo que ha producido una lenta pero continua pérdida de hábitats acuáticos, además de un desarrollo considerable del lirio acuático, que llega a cubrir hasta un 60 % de la superficie lacustre, situación que tiende a tornarse crítica con la consiguiente desaparición de diversos recursos con que cuenta e inclusive la desaparición de la misma laguna. Queda este trabajo como una aportación al conocimiento de la riqueza florística con la que cuentan los lagos y lagunas continentales en México, así como al alto potencial como recurso que representan las comunidades vegetales acuáticas y se dan las bases para estudios posteriores que pretendan conocer la productividad y aprovechamiento de los recursos con que cuenta la laguna de Yuriria, para un mejor manejo y aprovechamiento.

I. INTRODUCCION.

El hombre al aprovechar los recursos naturales ha roto a tal grado el equilibrio que exige la coexistencia de los organismos entre sí y el medio que habitan, que llega a ocasionar problemas ecológicos, sociales y económicos que repercuten en él mismo. El hombre ejerce una influencia intensa sobre gran parte de los medios acuáticos y su biota, mediante las siguientes actividades: La desecación de lagos, cienégas, 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 regulación y entubamiento de cauces de ríos y arroyos. Tales actividades alteran, reducen o suprimen los habitats acuáticos naturales y paralelamente afectan a la vegetación circundante de estos sitios y provoca que se extingan por completo en muchos lugares o se transformen notablemente en otros. Caso concreto es el que se presenta en la cuenca del río Lerma-Chapala-Santiago; cuenca en cuyo cauce destacan diversos medios acuáticos de gran importancia biótica como los lagos de Chapala (Jalisco), Cuitzeo y Pátzcuaro (Michoacán) y Yuriria (Guanajuato), que se ha caracterizado como una de las más afectadas por la actividad humana.

1.1. Generalidades de los medios acuáticos.

En la corteza terrestre el compuesto más abundante es el agua que se distribuye en los océanos, sobre los continentes en forma de lagos, ríos y agua subterránea o en la atmósfera como vapor de agua. Se calcula que el volumen total de agua alcanza la cantidad de 1359×10^6 litros, del cuál el 97% corresponde a agua de mar, el 2.25% corresponde a agua congelada y capas de hielos polares, el restante 0.75% se encuentra distribuida en cuerpos de aguas continentales (Sutton, 1986).

Las aguas continentales a diferencia de las marinas no son generalizables ya que presentan características sumamente variables que dependen de su origen y temperatura ambiental. Tales cuerpos de agua ocupan un volumen de tierra de 230 mil Km^3 , el cuál

es muy pequeño en relación a los océanos (Margalef, 1983), de éstas los lagos intercontinentales ocupan apenas un 0.009% del total del agua de la biósfera (Wetzel, 1981).

Los lagos se clasifican dentro del grupo de aguas continentales superficiales, incluyendo dentro de esta categoría también a las lagunetas, las charcas, los pantanos y los estanques que se caracterizan por ser cuencas endorréicas donde la entrada principal de agua puede ser por capilaridad, precipitación o afluencia de un río y la pérdida de la misma, por capilaridad, percolación o evapotranspiración (Reid and Wood, 1976; Good, 1978; Ramírez, 1982).

La existencia y formación de lagos depende de una gran variedad de procesos que pueden dividirse según la naturaleza del cuerpo de agua y según el proceso responsable de su formación en tres formas:

- a) Por su concentración de bióxido de carbono en el agua en suaves o ácidos, medios y duros o alcalinos.
- b) De acuerdo a su productividad en oligotróficos, eutróficos y distróficos, cuyos parámetros son concentración de nutrientes, contenido de materia orgánica, contenido de oxígeno disuelto, abundancia y diversidad de vegetales acuáticos, así como profundidad y área superficial del lago (Welch, 1952; Wetzel, 1975; Cole, 1975 y Hutchinson, 1975).
- c) Por su localización geográfica y la temperatura del agua se dividen en cinco tipos; tropicales, subtropicales, templados, supolares y polares. Hutchinson (1975), no sólo considera la temperatura, sino también el efecto que produce internamente en el lago, los agrupa en cuatro categorías; amicticos, monomicticos, dicmicticos y polimicticos.

En cuanto a los procesos responsables de su formación, Welch (1952); Wetzel (1975); Hutchinson (1975); Reid y Wood (1976), los clasifican de acuerdo a la génesis de los mismos. Hutchinson (1975), los clasifica en 11 grupos:



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

- a) Actividad tectónica.
- b) Actividad volcánica.
- c) Desplazamiento de tierras.
- d) Actividad glacial.
- e) Disolución o solución.
- f) Lluvia.
- g) Asociados con línea de costa.
- h) Viento.
- i) Acumulación orgánica.
- j) Impacto de meteoritos.
- k) Por el complejo comportamiento de organismos superiores.

En México el total de recursos acuáticos continentales cubre un área aproximada de 700 mil hectáreas; el 71% corresponden a embalses y el 29% a cuerpos naturales, donde el 80%, esta formado por los lagos de Chapala, Jalisco (113,000 Ha.), de Cuitzeo, Michoacán (28,250 Ha.), Pátzcuaro, Michoacán (10,450 Ha.) y laguna de Catemaco, Veracruz (8000 Ha.). La poca cantidad de lagos naturales lleva a una situación limitante en el aprovechamiento y reparto de tal recurso, por lo que se ha visto la necesidad de construir sistemas de retención de aguas. Tales reservorios son llamadas presas o embalses, dichos vasos de almacenamiento contienen grandes volúmenes de agua que es derivada del escurrimiento y la precipitación y llegan a cubrir una superficie de 500 mil hectáreas en la República Mexicana (Fernandez, 1970; SARH, 1976; Herrera *et al.*, 1981).

Estos sistemas artificiales de retención de agua, han sido construidos en nuestro país para usos múltiples, aunque la mayoría se ha utilizado para el riego de campos agrícolas, abastecimiento de agua potable a ciudades, control de avenidas y generación de energía eléctrica principalmente (SARH, 1976). Estos embalses, con el paso del tiempo llegan a comportarse como cuerpos de aguas naturales tipo lagos y lagunas (Ringuelet, 1962; Moreno y Palacios, 1987). En ellos pueden existir verdaderos ecosistemas con el consecuente desarrollo de diversas comunidades bióticas, que llegan a establecerse tanto en el sedimento como en la zonas superficiales de la masa de agua.

La distribución de organismos vivos esta en íntima relación con un conjunto de factores físicos, químicos y biológicos. Estos factores varían año con año, lo que lleva a que las características de las comunidades bióticas también fluctúen ya sea por los cambios

de tales factores, introducción de nuevos organismos o evolución del embalse mismo. Entre los factores que se consideran frecuentemente se pueden mencionar la luz, la temperatura, pH, alcalinidad, nivel de macronutrientes y micronutrientes (Na+, K+, Ca++, Mg++, CO₃, HCO₃=, Cl-, SO₄=, P- y N+), así como la competencia con otros organismos (Jones, 1977; Alvarez del Villar, 1981).

1.2. Concepto y clasificación de la vegetación acuática.

Una de las comunidades bióticas de los medios acuáticos es la conformada por las plantas, ya sea que se desarrollen en los bordes de los cuerpos de agua, como en el caso de las subacuáticas o, las estrictamente acuáticas que pueden estar sumergidas, emergentes o flotantes en el cuerpo de agua.

Raunkier (1934) define a las hidrófitas como " plantas cuyas partes vegetativas están sumergidas o flotan sobre la superficie del agua, pero sin proyectarse hacia el aire, que sobreviven al período desfavorable bajo la forma de botones sumergidos, unidos a un rizoma o yaciendo completamente libres en el fondo del agua. De esta definición quedan excluidas las plantas de período breve y además no queda claro a que se refiere con estación desfavorable para estas plantas.

Iversen (1936), las definió como " plantas que presentan su partes vegetativas sumergidas o flotando sin proyectarse hacia el aire y que son capaces de desarrollar vegetativa y generativamente formas terrestres reducidas.

De Hartog (1964), las define como " plantas capaces de llevar a cabo su ciclo generativo cuando todas sus partes vegetativas están sumergidas o sostenidas por el agua o que generalmente se presentan sumergidas, pero son inducidas a reproducirse sexualmente cuando sus partes vegetativas se están muriendo debido a la inmersión".

Las hidrófitas a la vez que constituyen un conjunto natural por su afinidad al medio acuático, son difíciles de definir porque están incluidos grupos morfológicamente heterogéneos de plantas, cuya versatilidad biológica y ecológica nos ilustra su diferente historia evolutiva y vasta plasticidad (Lot, 1982). Para los fines de este estudio se emplea

la conceptualización de Lot y Novelo (1978) que en sus trabajos de flora acuática, consideran como hidrófitas a todas aquellas plantas total o parcialmente sumergidas cuyos órganos sexuales se encuentran generalmente sobre la superficie del agua y las clasifican de acuerdo a sus formas de vida según la clave de Sculthorpe (1967) simplificada, reconociendo a las siguientes:

A. Hidrófitas enraizadas:

a) emergentes, son aquellas especies que se encuentran arraigadas y en las que una gran parte de la planta se levanta por encima del agua.

b) hojas flotantes, presentan su raíz sujeta al sustrato pero sus hojas se encuentran flotando en la película de agua.

c) sumergidas, están arraigadas al sustrato y con todos sus órganos sumergidos, excepto las partes reproductoras.

B. Hidrófitas libres:

a) sumergidas, presentan todos sus órganos sumergidos en el agua excepto los órganos sexuales y no están arraigadas al sustrato.

b) flotadoras, son las especies de plantas que no están sujetas al sustrato y cuyas hojas flotan en el agua.

1.3. Distribución y estructura de la vegetación acuática.

En contraste con las plantas terrestres, las plantas acuáticas no son permanentes en sus hábitats. Después de unos años de observación se ha encontrado que las especies que abundan en cierto año desaparecen en otro. A causa de las fluctuaciones de la masa de agua, destrucción artificial, contaminación y modificación de la superficie del suelo, algunas especies son incapaces de sobrevivir. Semejantes perturbaciones también crean nuevos hábitats permitiendo que especies invasoras se lleguen a naturalizar (Dalton & Novelo, 1983).

Las plantas acuáticas son aquellas que crecen en el agua y en los pantanos, las marismas y las ciénegas. Pasan gran parte de su ciclo de vida dentro del agua, ya sea en

los bordes de los cuerpos de agua o como las estrictamente acuáticas. Un ejemplo de secuencia del patrón de distribución en cuerpo de agua consiste en que las poblaciones completamente sumergidas se localizan en aguas profundas, las de hojas flotantes se ubican cerca de la orilla, las emergentes en la margen y las plantas flotantes libres se encuentran en cualquiera de las tres zonas. Sin embargo estos patrones pueden alterarse y aparecer translocadas. Sucede también que las diferentes formas de vida coexisten, y crean condiciones favorables unas para las otras, por ejemplo, las plantas sumergidas pueden crecer bajo una capa de plantas flotantes.

1.4. Importancia de la vegetación acuática.

La importancia de la flora acuática puede verse desde los puntos de vista ecológico y económico. En cuanto al punto de vista ecológico se destaca su papel dentro de la estructura trófica ya que son parte fundamental de los productores primarios que aportan energía al próximo nivel trófico o bien cuando mueren son portadoras de materia orgánica que se descompone y es metabolizada por los microorganismos (bacterias y hongos). Por otro lado, las hidrófitas sumergidas aportan gran cantidad de oxígeno que es aprovechado en la respiración de los animales de la comunidad. Realizan una acción purificadora del dióxido de carbono en la columna de agua. En los bordes de los cuerpos de aguas las plantas acuáticas actúan como estabilizadoras del sedimento previendo así la erosión de los bordes provocada tanto por la acción de los vientos como del oleaje y las corrientes. Gran cantidad de animales usan estas plantas como sustratos o bien para la anidación (peces y aves), y como resguardo de animales en etapas juveniles. (Leadley, 1971; Wetzel, 1975).

Desde el aspecto económico, las plantas acuáticas son un recurso cuyo aprovechamiento puede ser de manera directa o indirecta. En el primer caso lo tenemos como alimento humano, ejemplo de ello son del arroz (*Oryza sativa*) berula y berros (*Berula spp.* y *Rorippa nasturtium-aquaticum*) entre otras. Algunas de ellas se pueden emplear como fertilizantes (Novelo y Orozco, 1975; Miranda, 1980). Muchas plantas

acuáticas contienen cantidades apreciables de N, P, K y otros elementos, que puede emplearse para mejorar la textura y la fertilidad de los sedimentos, algunas se usan para la construcción de partes de muebles, cestos e incluso explotación de madera de leña, taninos, resinas y pigmentos (Quiróz *et al.*, 1982). En el segundo es su utilización en el tratamiento de aguas residuales, ya que algunas plantas acuáticas absorben los contaminantes a través de las raíces y son incorporados a su estructura, disminuyendo de esta manera las concentraciones de estos elementos o compuestos nocivos en los cuerpos de agua (Wetzel, 1975, Hutchinson, 1975 y Quiróz *op.cit.*).

La falta de información y divulgación sobre los usos que tienen las plantas acuáticas y subacuáticas, ha originado que en regiones donde se desarrollan de manera natural, por su abundancia lleguen a considerarse como un problema, sin embargo se pueden emplear indirectamente para obtener beneficios. Un ejemplo de ello es la utilización de carpas y tilapias que son especies que se alimentan de estas plantas y a la vez funcionan como controladores biológicos de las mismas (malezas acuáticas) y las cuales posteriormente servirán como alimento a la población. En otros casos las plantas acuáticas se pueden utilizar como complemento alimenticio de cerdos, vacas, corderos, patos, gansos, o como mejoradores de las condiciones físicas de los suelos.

II. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.

La vegetación acuática en México se presenta tanto en áreas climáticas muy húmedas como en lugares de precipitación baja; se encuentran desde el nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m. Se concentran esencialmente en zonas cercanas a litorales y/o regiones de precipitación relativamente alta con declives suaves y suelos con drenaje deficiente (Rzedowski, 1981).

Entre las actividades humanas que reducen o suprimen los habitats naturales de plantas acuáticas y subacuáticas y hacen que tiendan a desaparecer irremediamente, se encuentran la desecación de lagos, ciénegas, manantiales, reducción de la capacidad de penetración del agua al suelo, el uso de grandes volúmenes de líquido para el riego y para consumo humano, así como la regulación y entubamiento de cauces de ríos y arroyos, etc. (Rzedowzki, 1979).

La mayoría de los trabajos que sobre vegetación acuática se tienen se enfocan a lagunas costeras y en particular a manglares, quedando limitados los estudios sobre vegetación acuática de lagos intercontinentales. Sólo por mencionar algunos de los trabajos se tienen los de Menéndez (1976) en Sontecomapan, Veracruz; el de Rico-Gray (1979) y Rico-Gray & Lot (1983) que estudiaron la estructura y productividad de los manglares de la Estación de Biología de la Mancha, Veracruz. Otros trabajos efectuados en aguas salobres son los realizados por Lot (1971), que hace referencia a la ecología de fanerógamas marinas ("pastos marinos") presentes en los arrecifes cercanos a Veracruz; de Vazquez Yañez (1971) en la laguna de Mandinga, hace una clasificación de la vegetación del lugar y analiza el grado de influencia que tiene el sistema lagunar en la distribución de las comunidades en base a diferencias de concentración de sales del suelo; Lot (en Gómez-Pompa, 1972) menciona las principales comunidades hidrófitas en la región de laguna Verde, Veracruz ; Orozco & Lot (1976), acerca de la vegetación de zonas inundables del sureste de Veracruz; Lot (1979) hace un estudio de la vegetación en sistemas acuáticos tropicales de México; Rico-Gray (1982) realiza un estudio ecológico-florístico de la parte costera del estado de Campeche; Gutiérrez (1985) hace una

descripción de la vegetación de la zona inundable de Nevería, Veracruz y Chávez (1986) en los estados de Tabasco y Quintana Roo.

En lo que concierne a trabajos de agua dulce (lagos y lagunas epicontinentales) estos se enfocan al aspecto pesquero, zooplanctónico, fitoplanctónico, ficológico.

En lo referente a vegetación acuática vascular de medios dulceacuícolas podemos mencionar los trabajos de Ruíz Cardenas (1977) sobre el estudio parcial de la vegetación sumergida de la laguna de Agiabambo, Sonora; Lot & Novelo (1978) en la laguna de Tecocomulco, Hidalgo; de Ramírez (1983) y Ramírez & Novelo (1984) sobre la vegetación acuática vascular de seis lagos cráter del estado de Puebla; Borges et al. (1984) sobre la vegetación acuática de lago de Chapala, Jalisco; Lot y Novelo (1988) sobre la vegetación acuática del lago de Pátzcuaro, así como trabajos que se llevaron a cabo, como el de Rojas (1991) de la vegetación acuática del lago de Cuitzeo, Michoacán y Mijangos (inédito) sobre la vegetación acuática de la laguna de Coatetelco en el Estado de Morelos.

Para el caso exclusivo de la laguna de Yuriria en Guanajuato sólo se conocen estudios de carácter piscícola como los que hacen referencia en la bibliografía pesquera de 1978, donde se mencionan dos trabajos de Ramírez (1957a, 1957b) sobre cultivo de carpas; Laguirre et al. (1979), sobre aspectos físicos de la laguna; Niche, Jimenéz y col. (1981) sobre aspectos biológicos del charal (*Chrisostoma jordani*) y recientemente Kathleen (1987) efectuó un estudio de las aves acuáticas y limnícolas de la laguna.

Dada la profunda alteración que sufren los recursos acuáticos y debido al conocimiento fragmentario de la vegetación acuática y subacuática de lagos continentales en México, surge este trabajo cuyo objetivo es el de llevar a cabo en la laguna de Yuriria, Guanajuato un estudio de la flora y vegetación acuática vascular. Considerando que autores como Moyle (1945), Sculthorpe (1957), Gorham (1974), Wetzel (1974), Hutchinson (1975) establecen ciertas relaciones entre algunos parámetros como el nivel de agua, transparencia, temperatura, precipitación, evaporación y composición iónica del agua y sedimento, con las distribución de hidrófitas, se consideró el comportamiento de estos factores fisicoquímicos, su interacción y posible influencia en la distribución de la vegetación acuática vascular dentro de la laguna y las posibles alteraciones ocasionadas por

el hombre.

Para cumplir estos objetivos se llevó a cabo:

a) La elaboración de un listado florístico de la vegetación acuática vascular de la laguna de Yuriria, Guanajuato. ✓

b) Se ilustra la distribución de las especies en un mapa y mediante perfiles diacrámicos y se describen las diferentes comunidades de vegetación acuática y sus asociaciones dentro del lago. ✓

c) Observación de la variación de los parámetros fisicoquímicos de aguas y sedimentos en la laguna en un período anual. ✓

d) Relacionar los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimentos con la distribución de la vegetación acuática vascular. ✓

e) Conocer el uso y nombre común de las plantas acuáticas en este lugar. ?

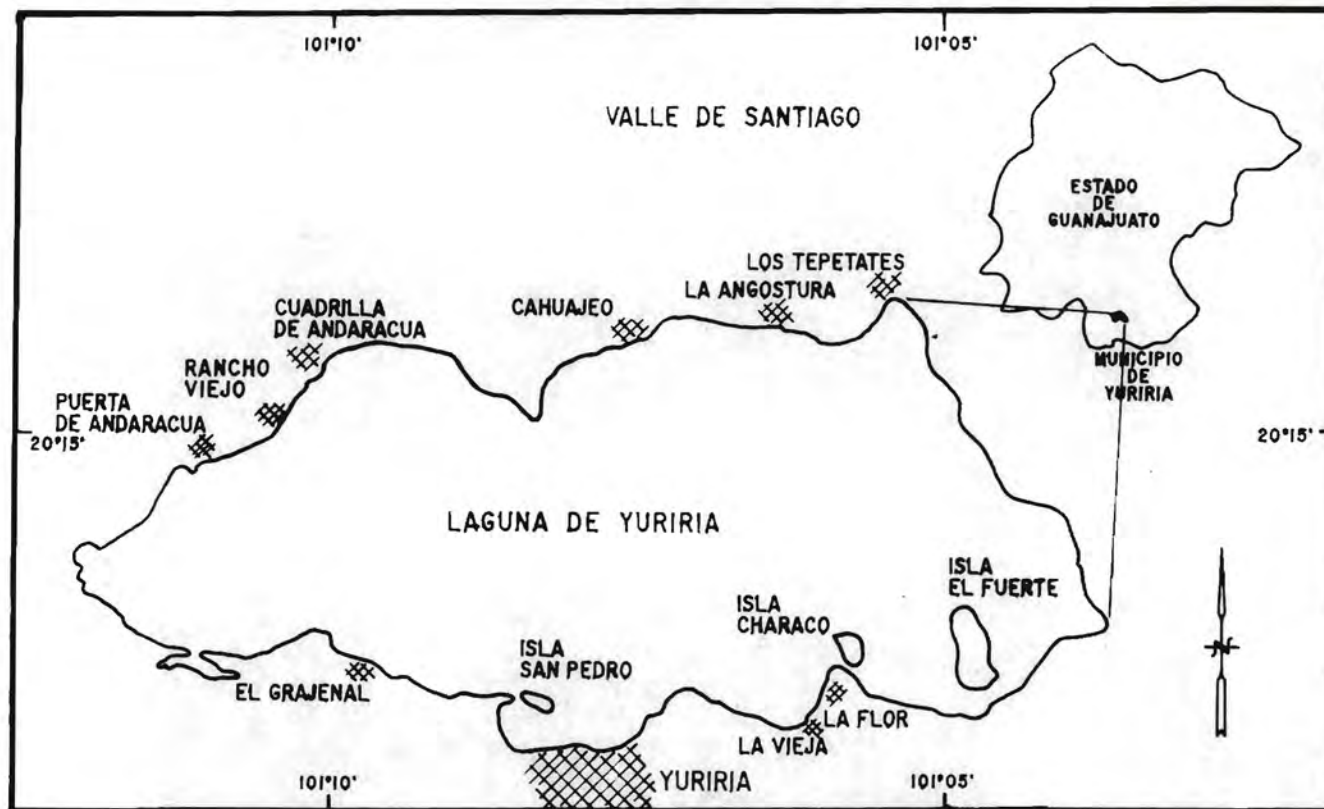


Figura 1. Mapa de localización geográfica de la laguna de Yuriria en el estado de Guanajuato.

III. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

3.1. Bosquejo histórico.

Yuriria es un término que deriva de la palabra purépecha Yuririapúndaro que significa "lago de sangre". Los primeros españoles, expedicionarios del capitán Cristóbal de Olid, procedente de Michoacán, llegaron a estas tierras en 1552. El cacique chichimeca bautizado como Alonso de Sosa, gobernaba el lugar. El 12 de enero de 1540 se hizo el trazo del pueblo de Yuriria. En 1548 se convirtió en cabecera de Justicia Mayor, del que dependían las tierras conquistadas en toda la región, en ese mismo año, Fray Diego de Chávez y Alvarado construyeron la laguna artificial de Yuriria. El objetivo de su construcción fué el de tener un vaso regulador de las aguas del río Lerma. El mencionado fraile hizo construir un canal para desviar las aguas del río hacia el vaso, y un bordo para contenerlas, a éste se le denominó Taramatacheo (Guzmán, 1985).

A través del tiempo, dentro del vaso de la laguna se formaron algunos islotes: San Pedro, Peñón de Vargas y el Fuerte de Licéaga. (Promexa 1984).

3.2. Situación geográfica.

La laguna de Yuriria se encuentra situada en el municipio del mismo nombre, cuya área comprende 778.80 Km² equivalente al 2.58% de la superficie total del estado de Guanajuato. El municipio limita al norte con los municipios de Valle de Santiago y Jaral del Progreso, al este con los municipios de Salvatierra y Santiago Maravatio; al sur con el estado de Michoacán y al oeste con los municipios de Uriangato y Moroleón.

La laguna se localiza a una altitud de 1750 m.s.n.m., entre las coordenadas geográficas de 101° 03' y 101° 12' longitud oeste y 20° 12' y 20° 26' latitud norte. Se puede llegar por la carretera federal número 43 México - Morelia, tomando la desviación Celaya - Salvatierra - Salamanca (SSP, 1980; Ecoplán, 1981) (Fig. 1).

La laguna tiene una superficie de 97 Km² con una profundidad media de 2.60 m

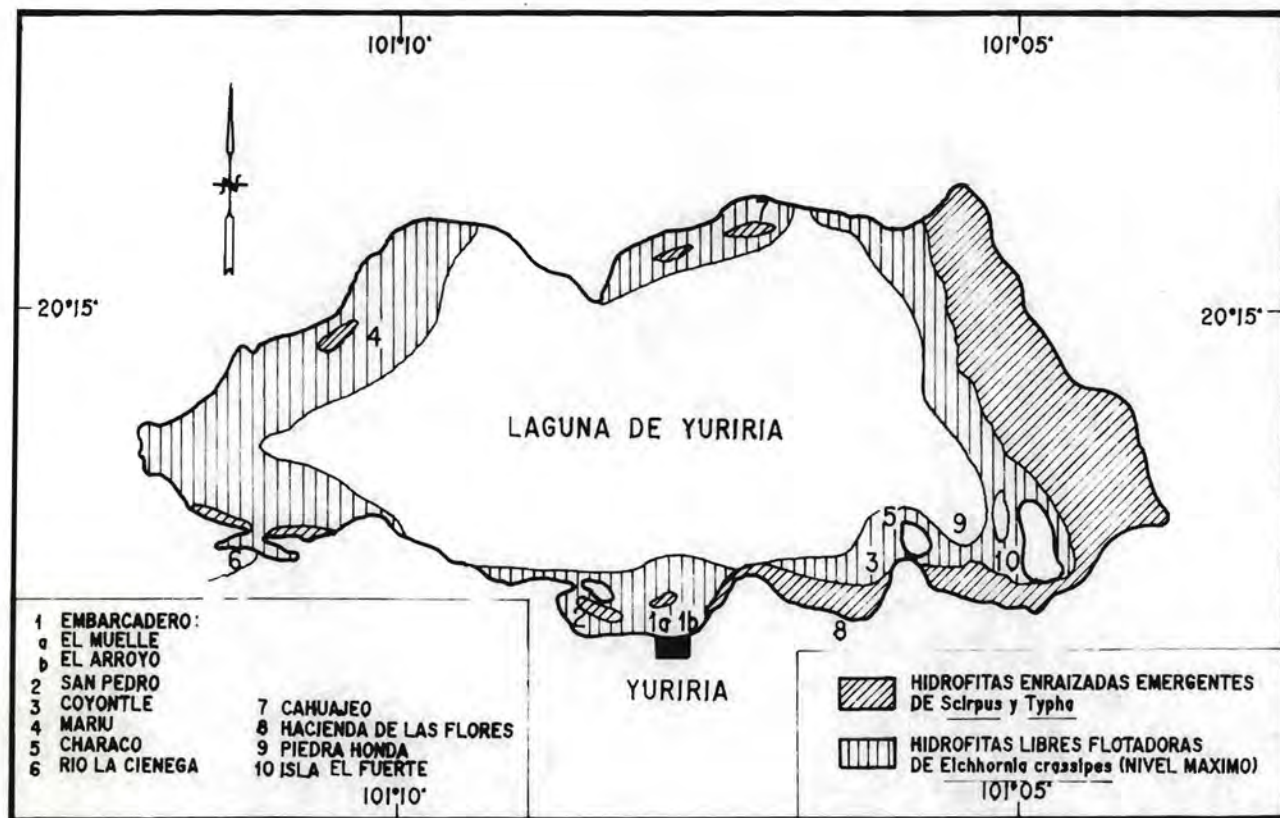


Figura 3. Mapa de ubicación de zonas de muestreo y distribución de las asociaciones más importantes de plantas vasculares acuáticas de la laguna de Yuriria.

y capacidad de 225 millones de m³ (Izaguirre *et al*, 1979). Los sitios de trabajo se ubicaron hacia la parte sur de la laguna, las localidades fueron el Embarcadero, Coyontle, Piedra honda, Hacienda de las Flores e isla San Pedro; en la parte sureste se sitúan la isla Characo e isla el Fuerte; en la porción suroeste se tiene la localidad de la Ciénega y hacia la parte norte y noreste las localidades de Cahuajeo y Mariu respectivamente (Fig. 1 y 3).

3.3. Fisiografía.

La laguna de Yuriria se sitúa en la subprovincia de Altos y Bajos Michoacanos la cuál forma parte de la Provincia del Eje Nevolcánico, dicha provincia se extiende en la mitad sur del estado de Guanajuato y abarca parte de los estados de Jalisco y Michoacán, Querétaro, Hidalgo y Puebla (SPP, 1980).

3.4. Geología.

De acuerdo a la carta geológica (DETENAL, 1980; escala 1:50,000) los alrededores de la laguna de Yuriria presentan rocas ígneas extrusivas del período terciario con suelos de tipo aluvial residual y lacustre del período cuaternario. Las rocas ígneas del tipo basalto se presentan en Cahuajeo, Talayote, Coyontle, Grajenal, isla Characo, isla San Pedro e isla El Fuerte, la toba se aprecia hacia los Tepetates y la brecha volcánica hacia el río la Ciénega.

3.5. Topografía.

El territorio es un sistema topomórfico de sierras asociados con lomeríos y llanuras y se caracteriza por ser de naturaleza volcánica. La parte más baja del mismo forma una ciénega muy grande que es aprovechada para canalizar las aguas del río Lerma y formar la laguna de Yuriria. En la parte norte de la laguna se encuentran zonas orográficas que limitaron su crecimiento en esa dirección, las elevaciones más importantes del municipio

son: Los Amoles, El Varal, Cerro Grande, Santiago, El Porullo, Cerro Prieto y Colorado. La altura promedio de estas elevaciones es de 2300 m.s.n.m.

3.6. Edafología.

Los suelos que se presentan alrededor de la laguna varían en sus características de acuerdo con los sitios que se trabajaron; se establece que dominan los suelos de tipo vertisol pélico en toda el área.

Hacia la parte norte en Cahuajeo, el tipo de suelo es vertisol pélico de textura fina, de terreno plano o ligeramente ondulado con pendiente menor del 8%; al noroeste, y en las islas San Pedro y El Fuerte el suelo es solonchak gléyico sódico, de textura fina en terreno de pendiente menor de 8%. En la parte oeste, que comprende al río de la Ciénega, se detectan tres tipos de suelo: vertisol pélico en pendiente menor de 8%, los del tipo feozem háplico con vertisol crómico gravoso de textura fina en pendiente mayor de 20%, y solonchak gléyico en la parte circundante de los cerros Colorado y Guayabo. En la parte sur, que comprende los sitios de Coyontle, Talayote e isla Characo se presenta un suelo del tipo vertisol pélico gravoso (SPP, 1980; DETENAL, 1984).

3.7. Clima.

A partir de los datos (Fig.2) de la estación meteorológica de Yuriria, ubicada en la parte sur de la laguna, García (1981) establece que el clima es semicálido subhúmedo (A) C (Wo) (W) con lluvias en verano; se trata del menos húmedo de los semicálidos húmedos, cuya temperatura media anual oscila entre los 18 °C y 21 °C. La precipitación promedio anual de 600 a 800 mm; la humedad relativa, o sea la relación que existe entre la cantidad de vapor de agua en una masa de aire y la necesaria para su saturación, es mayor del 50% anual en la zona.

CLIMOGRAMA

Estación metereológica de Yuriria.

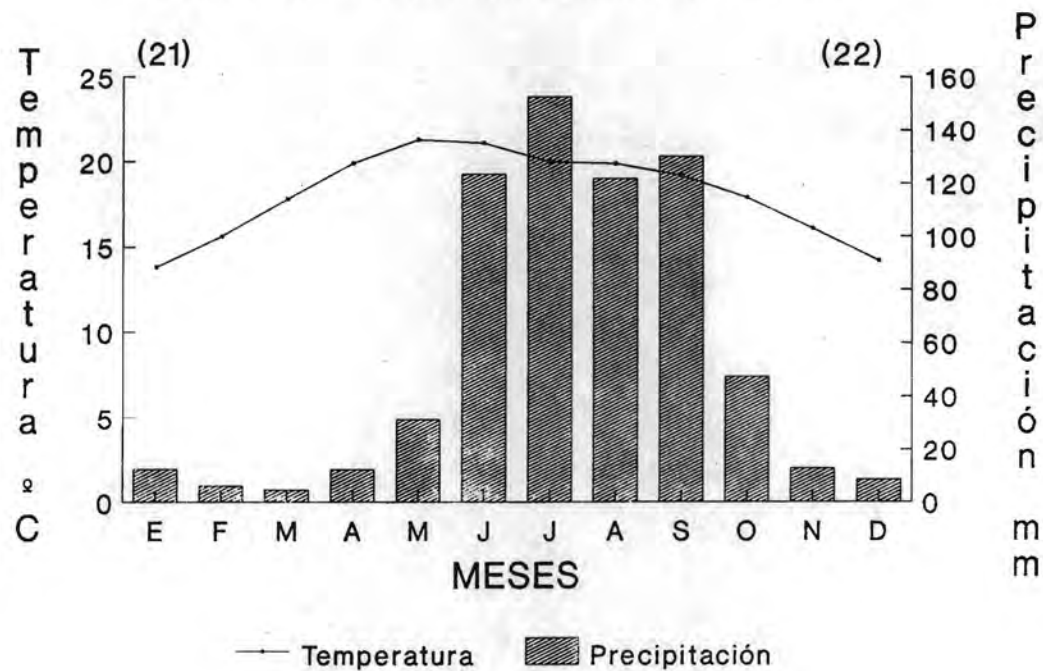


Figura 2. Climograma de la estación metereológica de Yuriria, ubicada en la parte sur de la laguna (datos de García, 1981).

3.8. Hidrología.

La laguna de Yuriria se ubica en la región hidrológica de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago, en la subcuenca del lago de Patzcuaro-Cuitzeo-Yuriria. Es esta última laguna la principal fuente de agua en el municipio, la cuál recibe el caudal del río Lerma por medio de un canal. También recibe agua proveniente del lago de Cuitzeo a través de la descarga de la presa Huahuemba.

A la laguna de Yuriria vierten sus aguas los arroyos: Sauces, Santa María, Eménguar, Puente Rasposo y Puquichapio; otros arroyos bajan a la ciénega de Cimental, tales como Cerano, Castomate, Zapotes, Tinaja de agua, Cuatro esquinas; los manantiales Uripero, El Charro también contribuyen al llenado del vaso. La salida de agua de la laguna se realiza por medio del canal de Labradores de Valle de Santiago, en el río Lerma (SARH, 1976; SPP, 1980).

3.9. Vegetación circundante.

Considerando las características de la vegetación existente alrededor de la laguna está se puede tomar como vegetación secundaria de lo que fué un matorral subtropical con algunos elementos de matorral inerme, subinerme y espinoso, como *Opuntia sp.*, *Acacia sp.*, *Mimosa sp.* Dentro de la laguna la vegetación natural es la dominada por tular con representantes de *Thypha sp.* y *Scirpus sp.*, que predomina hacia la parte este de la laguna (según clasificación de Miranda en DETENAL, 1984).

3.10. Influencia humana.

El mayor impacto se establece sobre la calidad de agua de la laguna, la cual recibe aporte de aguas municipales de varios poblados, así como de agroquímicos. Una actividad que tiene repercusión trascendental es la agricultura, que se efectua en los poblados

alrededor de la misma. Inicialmente se realizaba sólo la agricultura de temporal, situación que ha variado con el tiempo y con el aumento de la población, ya que en la actualidad se lleva a cabo también la agricultura por riego, lo que ha propiciado una considerable reducción del nivel de agua en las épocas de estíaje, afectando no sólo a la población que hace uso del recurso, sino también a la pesca, con la consiguiente reducción de ingresos económicos y más aún con la eliminación de la cubierta vegetal natural (tular) para la expansión de tierras con fines agrícolas. La fauna silvestre es escasa predominando los pequeños mamíferos como el conejo (*Silvilagus floridanus*); las ardillas (*Spermophilus mexicanus*). Las actividades agropecuarias han propiciado el incremento de las poblaciones de ratas, ratones, aves (especies nocivas para la agricultura y la salud humana), desplazando a las poblaciones de fauna silvestres. La fauna acuática se encuentra sometida a los aportes de contaminantes que llegan a la laguna, este deterioro en la calidad de agua afecta tanto a la pesca como a su potencial turístico y de recreación.

IV. METODOLOGIA.

El trabajo se realizó durante el período anual de mayo de 1986 a mayo de 1987. Se hicieron visitas bimensuales para recolectar material botánico y efectuar muestreos de aguas y sedimentos.

El trabajo se encuentra dividido en 3 partes; A) Trabajo de campo, B) Trabajo de laboratorio y C) Trabajo de gabinete.

4.1. Trabajo de campo.

Se realizó de mayo de 1986 a abril de 1987, iniciando con una salida prospectiva en mayo de 1986, para familiarizarse con la vegetación acuática y seleccionar puntos importantes de muestreo. Se trabajó en diez localidades que fueron; Embarcadero, Coyontle, Characo, San Pedro, Cahuajeo, Mariu, Isla del Fuerte, Hacienda de las Flores, Piedra honda.

De mayo a agosto de 1986 se efectuaron visitas mensuales y de octubre de 1986 a abril de 1987 se hicieron visitas cada dos meses. Se realizaron recorridos en lancha para recolectar material botánico, tanto en los puntos de muestreo como en otros lugares intermedios; el material se preparó y etiquetó para su posterior determinación. Para conocer el uso de las plantas acuáticas en este lugar se dialogó con los pescadores de la región.

Para entender de manera más clara lo que se considera como planta acuática es necesario definir las categorías usadas; las acuáticas estrictas son aquellas plantas que realizan prácticamente todo su ciclo de vida dentro del agua; se considera subacuáticas aquellas que llevan parte de su ciclo de vida en el agua y generalmente se les encuentra en los borde de los ambientes acuáticos; no pueden sobrevivir por largos períodos de tiempo en suelos completamente secos y se considera tolerantes a aquellas que llevan a cabo gran parte de su ciclo de vida en suelos completamente secos, pero pueden tolerar por corto tiempo una alta humedad en el sedimento (Novelo y Gallegos, 1988).

Los ejemplares procesados se depositaron en el Herbario Nacional del Instituto de Biología, UNAM (MEXU) y en el Herbario IZTA de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM.

Para la elaboración de los mapas y perfiles diagramáticos, en cada sitio de muestreo se recolectaron las plantas, se tomaron datos como superficie que cubría cada población vegetal, la profundidad a la que se encontraba y la distancia aproximada que ocupa la vegetación desde la orilla hacia el interior de la laguna.

Para la determinación de las características fisicoquímicas con la vegetación presente, se efectuaron un total de 39 muestreos de agua y 25 muestreos de sedimento.

Las muestras de sedimentos se colectaron en la zona de litoral con un nucleador de capacidad de 1 Kg., se colocaron en frascos de vidrio con rosca de plástico y capacidad de un litro. Se secaron a 105 °C y posteriormente se tamizaron en una malla del núm. 10 para efectuar los análisis requeridos. Las muestras de agua se colocaron en frascos de plástico de 1 litro. Para el análisis de elementos (a excepción del fósforo y nitrógeno) a las muestras de agua se les agregó un mililitro de cloroformo. Tanto las muestras de agua y sedimento se mantuvieron en refrigeración (Ramírez, 1983; Quiróz 1985).

Para la determinación de fósforo y nitrógeno en las muestras de agua, se tomaron muestras de medio litro en frascos de vidrio ámbar a las cuales se les agregaron 5 gotas de azida de sodio, conservándose en refrigeración.

En el sitio de muestreo se midieron los siguientes parámetros del agua: pH utilizando un potenciómetro de campo (modelo FWQC - 14 marca Aquamate Water Quality Tester con electrodo integrado), temperatura con termómetro de mercurio, conductividad con conductímetro (modelo CI/8) y transparencia empleando la técnica del disco de Sechhi (donde se deja descender el disco en el agua, pendiente de una cuerda, anotando la profundidad donde deja de verse el disco) (Margalef, 1983). Para el nivel de agua, se efectuó la medición con cinta métrica desde la película superficial del agua hasta el fondo de la misma laguna en cada sitio. En el sedimento sólo se efectuó la medición de pH in situ.

4.2. Trabajo de Laboratorio.

La etapa de laboratorio comprendió el análisis de los parámetros fisicoquímicos tanto de aguas como de sedimentos, así como, la determinación de los ejemplares botánicos recolectados en el campo.

1. Los análisis químicos de laboratorio efectuados en las muestras de agua fueron los siguientes:

a) Carbonatos y bicarbonatos, por titulación con ácido sulfúrico, método de Reitmer (1943).

b) Cloruros por titulación con nitrato de plata y con cromato de potasio al 5%, como indicador, método de Reitmer (1943).

c) Sulfatos, por determinación turbidimétrica, método de Sheen (1935).

d) Sodio y potasio, por flamometría, método de Barnes (1945), Wander (1942), en flamómetro CORNING 400.

e) Calcio y magnesio, por espectrofotometría de absorción atómica en modelo 2380 Atomic Absorption Spectrophotometer (Perkin-Elmer).

g) Nitrógeno total por el método automatizado no. 98-70 W/A, en el autoanalizador II, previa digestión acida (technicon Industrial Systems, 1977a).

h) Fósforo total por el método colorimétrico de ácido ascórbico previa digestión acida a 120 °C y 15 atmósferas de presión, por período de una hora (APHA, AWWA & WPCF, 1980).

2. Los análisis fisicoquímicos que se efectuaron en las muestras de sedimentos, fueron los siguientes:

a) Textura, método del hidrómetro de Bouyoucos, (1963).

b) pH, se determinó usando una suspensión con agua destilada relación 1:5 y un potenciómetro marca Corning, modelo 10.

c) Porcentaje de humedad, según el método de Robinson, (1945).

$\% \text{ de humedad} = (\text{gr. muestra húmeda} - \text{gr. muestra seca} / \text{gr. de muestra húmeda}) \times 100.$

d) Por ciento de materia orgánica, por combustión húmeda según el método de Walkley y Black, Walkley (1947).

e) Fósforo y Nitrógeno totales por el método automatizado no. 334-74 W/B en el autoanalizador technicon II, previa digestión húmeda en el bloque digestor technicon BD 20 a 375 C (Technicon Industrial Systems, 1977b).

f) Determinación de cationes intercambiables Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+} y K^{+} , por el método de lavado y centrifugado con acetato de amonio, determinación en el extracto por absorción atómica, según el método de Robinson (1941) y Jackson (1964).

g) Determinación de micronutrientes intercambiables Fe, Mn, Cu, y Zn por el método de lavado y centrifugado con una solución doble ácida y la determinación del extracto por absorción atómica.

4.3. Trabajo de gabinete.

La fase de gabinete comprendió la recopilación de información bibliográfica; determinación y procesado de ejemplares botánicos recolectados; obtención de datos ambientales de temperatura, nivel de agua, precipitación y evaporación de agua con lirio y sin lirio en la laguna, durante un año (datos obtenidos del Departamento de Aguas Superficiales de la SARH en Celaya, Gto.).

V. RESULTADOS.

Considerando que este trabajo se enfoca más al aspecto botánico que al ecológico. Los resultados que se presentan con referencia a los parámetros físicos y químicos de la laguna de Yuriria, se manejan de manera global a excepción de aquellos que permitieron hacerlo de una manera más profunda, es por esto que sólo fue posible tener una visión general de la laguna. Con estos datos se pudieron relacionar las características fisicoquímicas de la laguna con las comunidades vegetales acuáticas que es el punto principal de este estudio.

5.1. Flora y Vegetación.

5.1.1. Flora.

La laguna presenta una diversidad florística que comprende 45 especies incluidas en 32 géneros pertenecientes a 23 familias (Tabla 1).

Las familias mejor representadas son GRAMINEAE con nueve especies pertenecientes a los géneros *Cynodon*, *Echinochloa*, *Paspalum*, *Phragmites*; CYPERACEAE también con nueve especies de los géneros: *Cyperus*, *Eleocharis* y *Scirpus*; COMPOSITAE con cuatro especies de los géneros; *Conyza*, *Eclipta*, *Parthenium*, *Tridax*; LEMNACEAE y POLYGONACEAE con tres especies cada una y UMBELLIFERAE con dos especies. El resto de las familias sólo esta representada por una sola especie (Tabla 1).

Tomando como referencia el listado de angiospermas acuáticas mexicanas (Lot, Novelo y Ramírez, 1986), en la laguna de Yuriria se presentan 7 de las familias consideradas como familias acuáticas estrictas, con un total de 10 géneros y 12 especies. De ellas 5 familias son de monocotiledóneas representadas con 8 géneros y 10 especies y 2 familias son de dicotiledóneas con 2 géneros y 2 especies.

De las 45 especies reportadas 14 son consideradas como estrictas acuáticas (A), 10 especies se consideran subacuáticas (S) y 7 especies como tolerantes (T), dado que en ocasiones es relativo integrar una especie a alguno de estos tres rubros, se consideran 11 especies como acuáticas y/o subacuáticas (A-S) y 3 especies como

TABLA 1. LISTADO Y DISTRIBUCION DE LA FLORA ACUATICA EN LA LAGUNA DE YURIRIA, GUANAJUATO

Especie \ Localidad	Emb.	S.Ped.	Coyon	Mariu	Chara.	Cien.	Cahua.	H.F.	P.H.	E.F.
ALISMATACEAE										
<i>Sagittaria longiloba</i> Willd. (A - 1)								x		
AMARANTHACEAE										
<i>Gulleminea densa</i> Moq. (T)	x						x			
ARACEAE										
<i>Pistia stratiotes</i> L. (A - 4)		x	x	x	x				x	x
COMMELINACEAE										
<i>Commelina diffusa</i> Burm. (T)	x					x	x	x		x
COMPOSITAE										
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq. (T)	x					x				
<i>Eclipta postrata</i> L. (S - 1)	x					x	x	x		x
<i>Parthenium hysterophorus</i> L. (T)								x		
<i>Tridax coronopifolia</i> Hemsl. (T)								x		
CRUCIFERAE										
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.) Schinz & Thell. (S - 1)	x							x		
CYPERACEAE										
<i>Cyperus articulatus</i> L. (A-S - 1)	x		x			x	x	x		x
<i>C. laevigatus</i> L. (A-S - 1)								x		
<i>C. odoratus</i> L. (A-S - 1)								x		
<i>C. imbricatus</i> Retzius. (A-S - 1)	x									
<i>C. esculentus</i> L. (A-S - 1)							x	x	x	
<i>Eleocharis densa</i> Benth. (A-S - 1)								x		
<i>E. macrostachya</i> Britton (A-S - 1)			x			x	x			
<i>Scirpus californicus</i> (C. Meyer) Steud. (A - 1)	x		x	x			x	x		x
<i>Scirpus cubensis</i> Poeppig & Kunth (A-S - 1)										x
GRAMINEAE										
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. (T)							x			
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link (S - 1)			x							
<i>E. crus-galli</i> (L.) Beauv. (S - 1)								x	x	
<i>E. crus-galli</i> var. <i>zelayensis</i> (H.B.K.) Hitch. (S - 1)			x			x	x		x	
<i>E. crus-pavoni</i> (H.B.K.) Schults (S - 1)	x						x			x
<i>E. holciformis</i> (H.B.K.) Chase (S - 1)	x						x		x	

Continuación. TABLA 1.

Especie \ Localidad	Emb.	S.Ped.	Coyon	Mariu	Chara.	Cien.	Cahua.	H.F.	P.H.	E.F.
<i>E. pyramidalis</i> (Lam.) Hitch. & Chase (S - 1)	x		x				x		x	
<i>Paspalum dissectum</i> (L.) L. (T)	x		x			x	x		x	
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. & Steud. (A-S - 1)			x	x	x					
HALOGARACEAE										
<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vellozo) Verdcourt (A - 2)		x	x		x		x			x
LEMNACEAE										
<i>Lemna gibba</i> L. (A - 4)	x	x	x		x					
<i>Lemna minuscula</i> Herter. (A - 4)	x	x			x			x		
<i>Wolffiella lingulata</i> (Hegn.) Hegelm. (A - 4)	x		x		x			x		
LENTIBULARIACEAE										
<i>Utricularia gibba</i> L. (A - 5)		x	x							
MENYANTHACEAE										
<i>Nymphoides fallax</i> Ornduff (A - 3)							x			x
NYMPHAEACEAE										
<i>Nymphaea gracilis</i> Zucc. (A - 3)	x				x					x
ONAGRACEAE										
<i>Ludwigia peploides</i> HB.K. (S - 1)	x		x	x	x	x	x	x		
POLYGONACEAE										
<i>Polygonum mexicanum</i> Small. (S-T - 1)	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>P. punctatum</i> Ell. (S-T - 1)	x		x	x	x	x	x	x		
<i>Rumex</i> sp. (S-T - 1)								x		
PONTEDERIACEAE										
<i>Elchhornia crassipes</i> (C. Martius) Solms-Laub. (A - 4)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
POTAMOGETONACEAE										
<i>Potamogeton pectinatus</i> L. (A - 2)	x		x		x					x
SOLANACEAE										
<i>Datura ceratocaula</i> Ort. (A - 1)							x			
TAXODIACEAE										
<i>Taxodium mucronatum</i> Ten. (S)										x
TYPHACEAE										
<i>Typha domingensis</i> Presl (A - 1)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
UMBELLIFERAE										
<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville (A-S - 1)	x	x	x	x			x			
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.f. (A-S - 3)	x			x			x			

SIMBOLOGIA DE LA TABLA 1.

(A) Acuáticas estrictas

(S) Subacuáticas

(T) Tolerantes

(1) Hidrófita enraizada emergente

(3) Hidrófita enraizada de hojas flotante

(5) Hidrófita libremente sumergida

(2) Hidrófita enraizada sumergida

(4) Hidrófita libremente flotadora

Emb. =Embarcadero

Cien. =Ciénega

P.H. =Piedra Honda

S.Ped. =San Pedro

Cahua. =Cahuajeo

E.F. =El Fuerte.

Coyo. =Coyontle

H.F. =Hacienda de las Flores

Chara. =Characo

subacuática y/o tolerante (S-T) (Tabla 1).

Como forma biológica dominante destacaron las herbáceas. Un sólo elemento arbóreo del género *Taxodium* fue registrado. De las herbáceas existe un predominio de las hidrófitas enraizadas emergentes con un total de 26 especies (acuáticas y subacuáticas), en menor cantidad con solo 5 especies se encuentran las hidrófitas libremente flotadoras, seguidas por las hidrófitas sumergidas con 3 especies y finalmente las hidrófitas de hojas flotantes con 3 especies (Tabla 1).

Por localidades, la Ciénega con 25 especies es la que presenta el mayor número, le siguen en orden descendente el Embarcadero con 24 especies; Characo con 23 especies; Coyontle y Cahuajeo con 20 y 19 especies respectivamente; Mariu con 10 especies; San Pedro, Piedra Honda y el Fuerte con 9 especies y por último Hacienda de las Flores con 8 especies.

La flora acuática de la laguna de Yuriria está esencialmente representada por especies consideradas como cosmopolitas, encontrándose entre ellas las hidrófitas enraizadas emergentes de las especies *Typha domingensis* y *Scirpus californicus*, hidrófitas libremente flotadoras como *Echhornia crassipes*, *Lemna gibba* y *Wolffiella lingulata*, la hidrófita enraizada de hojas flotantes de la especie *Nymphoides fallax*.

Así mismo existen varios elementos de la flora subacuática representadas en su mayoría por especies del género *Echinochloa* como *Echinochloa colonum*, *E. crus-galli*, *E. crus-galli* var. *zelayensis*, *E. crus-pavoni*, *E. holciformis*. Otros representantes de este grupo son *Eclipta prostrata*, *Ludwigia peploides*, *Rorippa nasturtium-aquaticum* y *Taxodium mucronatum*.

Así mismo se presentan especies en su mayoría de los géneros, *Cyperus* y *Eleocharis*, que pueden ser consideradas tanto acuáticas como subacuáticas. De *Cyperus* tenemos a las siguientes especies *Cyperus articulatus*, *C. laevigatus*, *C. odoratus*, *C. imbricatus*, *C. esculentus* y de *Eleocharis* a las siguientes especies *E. densa*, *E. macrostachya*, otras especies que pertenecen a este grupo son *Berula erecta*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Phragmites australis* y *Scirpus cubensis*. Por otra parte del grupo de plantas que se está considerando como tolerante, que se desarrolla a orillas o bordos de la laguna y solo en contadas ocasiones crecen en el medio acuático, están; *Commelina diffusa*, *Conyza canadensis*, *Cynodon dactylon*, *Guilleminea densa*, *Parthenium*

hysterophorus, *Paspalum dissectum* y *Tridax coronopifolia*.

En esta laguna se encuentra *Nymphaea gracilis* una especie endémica de México y que al parecer ha sido desplazada de su habitat, al igual que *Potamogeton pectinatus*, por especies malezoides que tienen un crecimiento desmedido como son *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* y *Myriophyllum aquaticum*.

5.1.2. Vegetación.

Considerando las formas de vida, de acuerdo al sistema de clasificación propuesto por Sculthorpe (1967) y modificado por Lot y Novelo (1978; 1988), la vegetación acuática de la laguna esta representada en gran parte por hidrófitas enraizadas emergentes. Sus elementos dominantes fueron *Typha domingensis* y *Scirpus californicus* que se encuentran formando manchones principalmente en los lugares someros de la laguna hacia el sur y sureste (Fig. 3). Otras plantas acuáticas y subacuáticas que pertenecen a este rubro son *Berula erecta*, *Eclipta prostrata*, *Phragmites australis*, *Polygonum mexicanum*, *P. punctatum* y *Sagittaria longiloba*, que por lo común se encuentran formando pequeños manchones aislados o en asociación con los elementos dominantes

En orden de importancia y cantidad les siguen las hidrófitas libremente flotadoras con cinco representantes. Es *Eichhornia crassipes* "lirio acuático", la hidrófita más relevante de este grupo, dado que cubre durante la época de lluvias, aproximadamente el 50% de la superficie de la laguna (Fig. 3). Otras hidrófitas flotadoras que se encuentra bien representadas aunque en menor proporción que *E. crassipes* son *Lemna gibba*, *L. minuscula*, *Pistia stratiotes* y *Wolffiella lingulata*, que se encontraron principalmente hacia los márgenes de la laguna, en áreas exentas de tular o en zonas abiertas del mismo tular.

Las hidrófitas enraizadas de hojas flotantes son las de menor representación. Destacan *Hydrocotyle ranunculoides* y *Nymphoides fallax* que se encuentran asociadas a los tulares y *Nymphaea gracilis* que crece en áreas abiertas de la laguna.

Por último las hidrófitas enraizadas sumergidas se encontraron representadas por *Myriophyllum aquaticum*, *Potamogeton pectinatus* y crecen en los lugares abiertos y más

profundos de la laguna, además de *Utricularia gibba* que se desarrolla en sitios de poca profundidad y comunmente entre las raíces entretejidas del lirio.

5.1.3. Asociaciones Vegetales Acuáticas.

La vegetación acuática y subacuática de la laguna de Yuriria presenta una relativa homogeneidad tanto en su composición como en su distribución. Sin embargo, la influencia de las actividades humanas, la temporalidad de algunas de sus formas de vida, la movilidad de otras y las etapas sucesionales de la vegetación propias de la evolución natural del lago provocan cambios en la vegetación acuática y subacuática, incluso en pequeños períodos de tiempo, que finalmente influyen en la distribución, composición y permanencia, si no de todos los elementos florísticos, si en parte de estos, lo que no permite una descripción definitiva de las comunidades vegetales acuáticas existentes en la laguna.

No obstante en la laguna se puede establecer que la vegetación característica es la denominada "tular" representada por los elementos dominantes como *Typha domingensis*, *Scirpus californicus* (Fig. 3), elementos que miden de 0.6 m a 2.5 m. Estas comunidades cubren amplias extensiones de la laguna hacia la parte sur y sureste (Embarcadero - el muelle -, Coyontle, Characo, Hacienda de las flores, Piedra honda, el Fuerte) y cubre una menor extensión hacia la parte norte y noroeste (Cahuajeo, Mariu, San Pedro); formando manchones que abarcan superficies desde 10 m² hasta varios kilómetros cuadrados; se desarrolla desde los márgenes de la laguna hasta en las partes más profundas (2 m); puede llegar a dominar una u otra de las especies dominantes, pero también se les puede encontrar mezcladas.

Otros elementos como *Berula erecta*, *Cyperus articulatus*, *C. sculentus*, *Echinochloa colonum*, *E. crus-galli*, *E. crus-galli* var. *zelayensis*, *E. crus-pavoni*, *E. holciformis*, *E. pyramidalis*, *Eleocharis macrostachys*, *Phragmites australis*, *Pistia stratiotes*, *Polygonum mexicanum*, *P. punctatum*, *Scirpus cubensis*, *Rumex* sp. suelen asociarse al tular formando pequeños manchones que cubren superficies de 2 m² o menos. Tales agrupaciones generalmente se encuentran en los márgenes del tular y en ocasiones entre el mismo tular, también se localizaron hacia la orilla de la laguna, manchones puros constituidos

por algunos de estos elementos o entremezclados.

También como vegetación característica de la laguna puede considerarse la que conforma *Eichhornia crassipes* que durante la época de lluvias y posterior a ellas, cubre de un 40% a un 50% de la superficie lagunar, formando manchones puros bastante extensos principalmente hacia la parte noroeste (Fig. 3). Esta distribución llega a cambiar en relación a los vientos dominantes.

Diversas especies se asocian a las islas o manchones de lirio; especies que aprovechan tanto los restos vegetales que quedan atrapados, como a las mismas plantas vivas de *Eichhornia* a manera de sustrato, entretejiéndose de esta forma una maraña de tallos, raíces, hojas y restos vegetales, ejemplo de estas especies son: *Berula erecta*, *Cyperus articulatus*, *C. sculentus*, *Lemna gibba*, *L. minuscula*, *Phragmites australis*, *Pistia stratiotes*, *Polygonum mexicanum*, *P. punctatum*, *Utricularia gibba*, *Wolffiella lingulata*, *Rumex* sp.

Otra comunidad distinta es la que se localiza en el Embarcadero (el arroyo) y la Ciénega constituida por diversas especies de acuáticas, subacuáticas y tolerantes que difieren a las que están asociadas al tular y lirio como *Eclipta prostrata*, *Conyza canadensis*, *Commelina diffusa*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus imbricatus*, *C. laevigatus*, *C. odoratus*, *Eleocharis densa*, *Datura ceratocaula*, *Guilleminea densa*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Ludwigia peploides*, *Nymphoides fallax*, *Parthenium hysterophorus*, *Paspalum dissectum*, *Polygonum mexicanum*, *P. punctatum*, *Rorippa nasturtium-aquaticum*, *Sagittaria longiloba*, *Tridax coronopifolia*. La mayoría de estos elementos forman pequeñas agrupaciones que crecen en los márgenes de la laguna y en las áreas donde el nivel de agua no es mayor de 60 cm.

A continuación se da una descripción con más detalle de los perfiles diagramáticos en los sitios donde se efectuaron:

San Pedro.

Localidad donde prevalece la comunidad de *Typha domingensis*, la cual cubre una superficie de 50 a 150 m² y en donde se observan manchones de *Polygonum mexicanum* de aproximadamente 2.5 m de largo por 1 m de ancho. Alrededor del tular existe gran cantidad de "lirio acuático" *Eichhornia crassipes* cubriendo las zonas

abiertas de laguna, mezclada entre la población de lirio se registra gran cantidad de individuos de *Wolffiella lingulata* y en proporción menor de *Myriophyllum aquaticum* y *Utricularia gibba*. En el borde de la laguna y orillas de los manchones que forman *Typha* y *Polygonum* se presentaron pequeñas poblaciones de unos 50 cm de diámetro de *Cyperus odoratus* y *Berula erecta* (Fig. 4a).

Coyontle.

En esta localidad el tular esta representado por pequeños manchones de *Typha domingensis* asociado a manchones muy reducidos de *Phragmites australis*. Estos manchones se sitúan a partir de la orilla hasta dos metros hacia la parte interna de la laguna, al igual que *Polygonum mexicanum*, *P. punctatum* y *Berula erecta* que se encuentra asociado a las comunidad de *Typha* y a las pequeñas aglomeraciones de *Scirpus californicus* en menor cantidad se registraron *Cyperus articulatus*, *C. sculentus*, *Echinochloa colonum*, *E. crus-galli* var. *zelayensis*, *Lemna gibba*, *Ludwigia peploides*, *Paspalum dissectum* y *Wolffiella lingulata* esencialmente en las orillas de la laguna; hacia el interior de la misma se observaron también en menor proporción *Miriophyllum aquaticum* y *Potamogeton pectinatus* (Fig. 4b).

Embarcadero.

En este lugar es conveniente describir dos áreas, una que corresponde a la parte Este y Noreste de la laguna, donde se encontró invadido, en una gran extensión por lirio acuático abarcando aproximadamente hasta 2 Km² desde la orilla hacia la parte interna de la misma. Formando parte de esta comunidad se encontraron manchones de *Typha domingensis* y *Scirpus californicus*. Así mismo se observaron representantes aislados de *Berula erecta*, *Polygonum mexicanum* y *P. punctatum* mezcladas con las poblaciones de *Eichhornia crassipes*. En las áreas abiertas entre los manchones de *Typha* y *Scirpus* se observaron también individuos de *Potamogeton pectinatus* y *Nymphaea gracilis* (Fig. 4c).

La otra área se sitúa hacia el sureste del Embarcadero en el lugar llamado el Arroyo, se encuentra una gran número de especies que conforman la vegetación acuática de este lugar donde predomina *Eclipta prostrata*, *Polygonum mexicanum* y *P.*

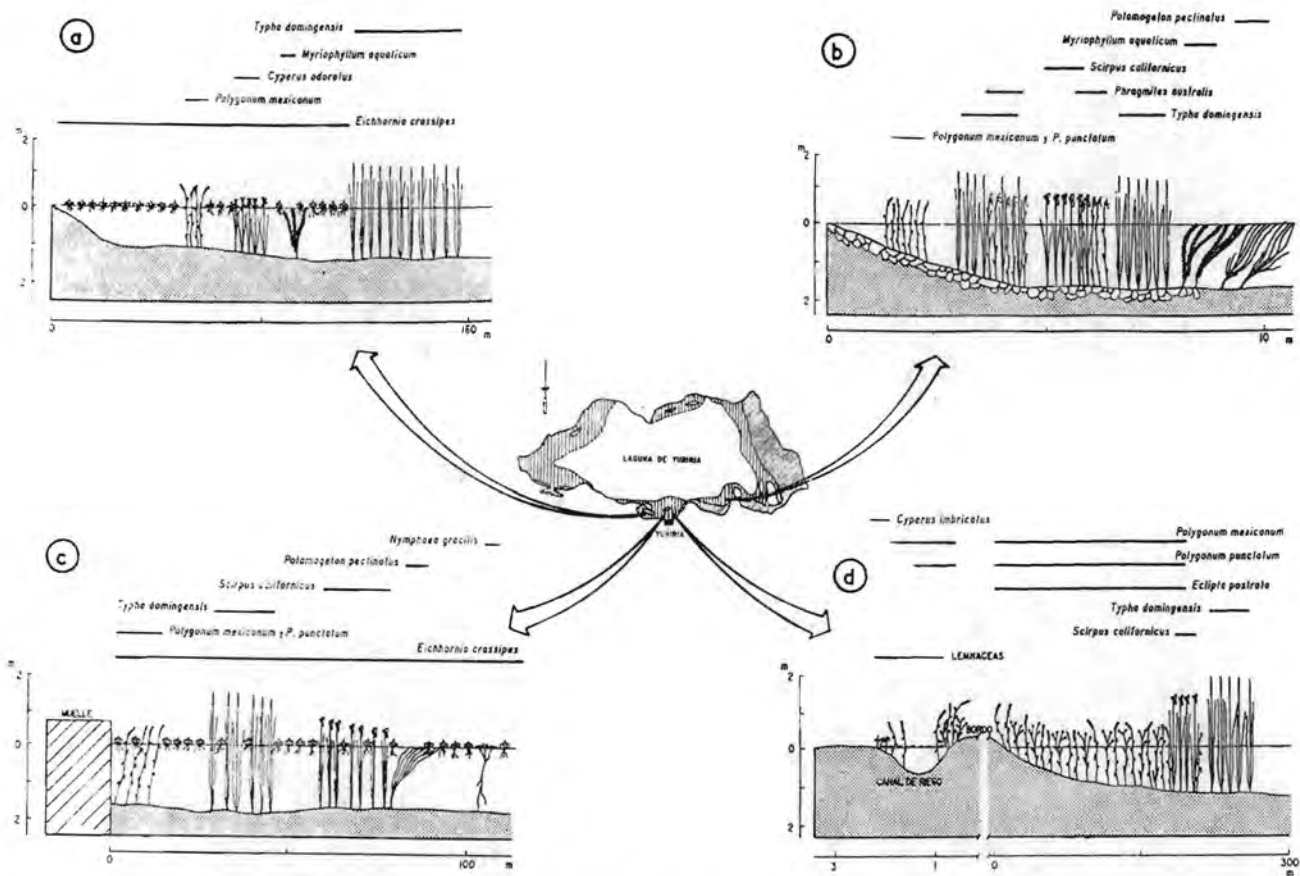


Figura 4. Secciones diagramáticas de la distribución de las hidrófitas más frecuentes en las localidades de (a) San Pedro, (b) Coyontle, el Embarcadero en (c) el muelle y en (d) el arroyo en la laguna de Yuriria.

punctatum formando manchones entremezclados o manchones donde llega a dominar alguna de las tres especies. Su distribución comprende una amplia franja de 100 hasta 200 m de ancho donde se encontraron también algunas especies de gramíneas, *Echinochloa crus-gavoni*, *E. holciformis*, *E. pyramidalis* en reducida cantidad, también *Typha* se encontró formando pequeñas agrupaciones hacia la parte interna de la laguna a aproximadamente 250 m de la orilla. Algunas poblaciones de *Scirpus* se encontraron en la orilla de la laguna y en un canal de riego separado de la laguna por un borde, en este canal conviven las siguientes especies *Commelina diffusa*, *Cyperus articulatus*, *C. imbricatus*, *Echinochloa holciformis*, *E. pyramidalis*, *Eclipta prostrata*, *Polygonum mexicanum*, *P. punctatum* y gran cantidad de individuos de *Lemna gibba*, *L. minuscula* y *Wolffiella lingulata* (Fig. 4d).

Mariú.

En este sitio predominan el tular con las especies de *Typha domingensis* y *Scirpus californicus* formando comunidades pequeñas de un área de 2 hasta 5 m, tanto en las orillas como al interior de la laguna, asociadas con *Phragmites australis*, *Polygonum mexicanum*, *P. punctatum*, *Berula erecta*, que forman agrupaciones de 10 individuos aproximadamente; las especies de *Hydrocotyle ranunculoides* y *Ludwigia peploides* generalmente se desarrollan entre el tular que crece cerca de la orilla cubriendo áreas de 2 a 3 m²; *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* se presentan en los espacios abiertos entre los manchones de tular y dentro del mismo tular (Fig. 5a).

Cahuajeo.

El tular de *Typha* y *Scirpus* situado al Norte de la laguna donde prevalece, se caracteriza por ser una franja de unos 2 Km de largo por 0.2 Km de ancho alejado a unos 20 m de la orilla.

En el tular se puede observar agrupaciones de *Polygonum mexicanum* y *P. punctatum* en los bordes del tular, tales agrupaciones llegan a cubrir superficies de 2 a 3 m² igualmente asociados pero en menor cantidad, se encuentran *Ludwigia peploides*, *Eclipta prostrata*, *Commelina diffusa*, *Cyperus articulatus*, *C. sculentus*, *Echinochloa colonum*, *E. crusgalli*, *E. crusgalli* var. *zelayensis* y *Paspalum dissectum*; en los claros del tular hay

pequeñas cantidades de *Pistia stratiotes* y *E. crassipes* las cuáles se encuentran hacia la orilla de la laguna; en esta zona es posible encontrar individuos *Lemna gibba*, *Wolffiella lingulata* y *Utricularia gibba*. (Fig. 5b).

En este sitio se desarrollan cultivos de maíz y frijol.

La Ciénega.

Se observa que no obstante la elevada cantidad de especies registradas, no existe predominio de una especie en particular, existe una asociación de diversas especies, agrupaciones de *Commelina diffusa*, *Conyza canadiensis*, *Cyperus articulatus*, *C. laevigatus*, *C. sculentus*, *Datura ceratocaulis*, *Echinochloa crusgalli* var. *zelayensis*, *Eclipta prostrata*, *Eleocharis densa*, *E. macrostachys*, *Parthenium hysterophorus*, *Paspalum dissectum*, *Polygonum mexicanum*, *Scirpus californicus*, *Tridax coronopifolia*, entremezcladas ó constituyéndose en manchones donde llega a prevalecer una de estas especies. Hacia el parte interna del canal de agua e inmediatamente a las poblaciones que se desarrollan en la orilla se encuentra en mayor cantidad *Nymphoides fallax* y *Ludwigia peploides* como asociación dominante que se extiende a lo largo del canal, e incluso dentro de esta asociación se llegan a encontrar aunque escasamente individuos de *Hydrocotyle ranunculoides*, *Berula erecta* y *Sagittaria longiloba* (Fig. 5c).

Characo.

En esta localidad prevalece la comunidad de *Typha domingensis* con una extensión de aproximadamente 1 Km de largo por 0.3 km de ancho, formando pequeños manchones cubriendo superficies desde 1 m² hasta 5 m² de diámetro en los cuales se encuentran asociadas *Echinochloa crus-galli*, *E. crus-pavoni*, *E. crus-galli* var. *zelayensis*, *E. holciformis*, *Phragmites australis*, *P. mexicanum*, *P. punctatum*, *Scirpus californicus*, en los claros que existen en el tular se encuentra *Pistia stratiotes*.

En la orilla se presentan en muy pequeña cantidad individuos de las especies de *Commelina diffusa*, *Cyperus articulatus*, *C. sculentus*, *Eclipta prostrata*, *Eleocharis macrostachya* así como algunos individuos de especies tolerantes como *Guilleminea densa* y *Cynodon dactylon*. A dos metros aproximadamente de la orilla se observaron pequeñas poblaciones de *Ludwigia peploides* y *Nymphaea gracilis* que se desarrolla a

unos 15 m de la orilla hacia el interior de la laguna y otros de *Lemna gibba*, *L. minuscula*, *Myriophyllum aquaticum* y *Wolffiella lingulata* que crecen entremezcladas con *Eichhornia crassipes* (Fig. 5d).

Hacienda de las Flores.

Fisonómicamente domina la comunidad *Typha domingensis*, en asociación con *Scirpus californicus* que forman agrupaciones compactas con una extensión de unos 2 Km de largo por unos 0.2 Km de ancho, e incluso de 0.5 Km hacia el interior de la laguna. Se presentan compartiendo la asociación; poblaciones de *Pistia stratiotes*, *Polygonum mexicanum* con varios representantes de *Echinochloa colonum*, *E. crusgalli*, *E. crusgalli* var. *zelayensis* y *E. pyramidalis* en las partes abiertas del tular, que aparecen cuando se realizan cortes del mismo; *Eichhornia crassipes* y *Paspalum dissectum* se observaron en pocas ocasiones en este lugar, el lirio solo se localizó hacia el interior de la laguna y *Paspalum* solo en las orillas (Fig. 6a).

Piedra Honda.

En este sitio en la orilla de la laguna se forman pequeñas agrupaciones de *Phragmites australis* de un metro cuadrado aproximadamente asociado con *Eichhornia crassipes* y aglomeraciones muy reducidas de *Scirpus californicus*. En los bordes de estos manchones se desarrollaron reducidas agrupaciones de *Echinochloa colonum*, *E. crusgalli* var. *zelayensis*, *E. pyramidalis*, *Nymphoides fallax*, *Ludwigia peploides*, *Pistia stratiotes* y *Polygonum mexicanum*.

En las áreas abiertas y hacia la parte interna de la laguna crecen comunidades de *Typha domingensis* y algunos individuos de *Nymphaea gracilis* (Fig. 6b).

El Fuerte.

Aquí cabe destacar que se encontraron en la isla cerca de la orilla árboles de *Taxodium mucronatum*, algunos individuos de *Commelina diffusa*, *Cyperus articulatus*, *Eclipta prostrata*. Al igual que en el resto de la laguna predomina el tular de *Typha domingensis*, y a unos 2 metros de la orilla de la isla se forman pequeñas agrupaciones

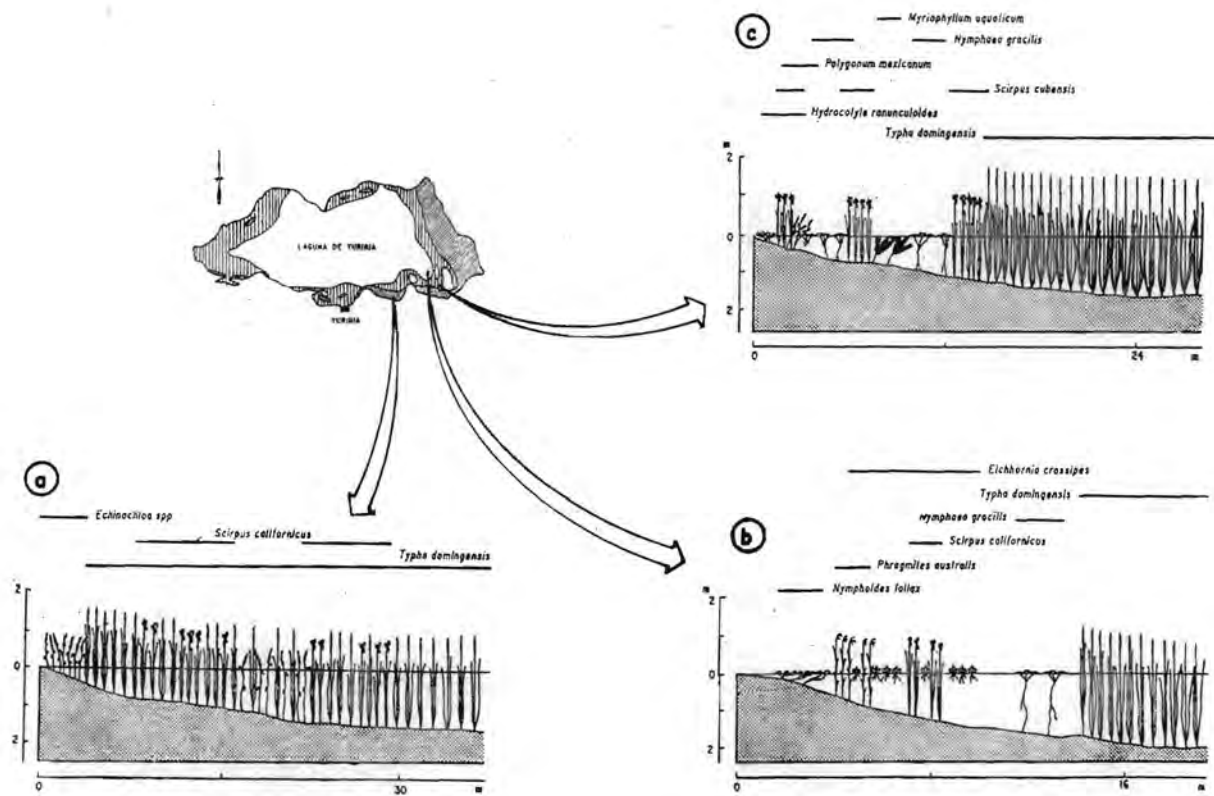


Figura 6. Secciones diagramáticas de la distribución de las hidrófitas más frecuentes en las localidades de (a) Hacienda de las Flores, (b) Piedra Honda y (c) El Fuerte en la laguna de Yuriria.

con *Echinochloa crus-galli*, *E. crus-pavoni*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Phragmites australis*, *Polygonum mexicanum* y *Scirpus cubensis*, este último solo se reporta en esta localidad.

En un tramo lineal de 5 a 10 m partir de la orilla se encontraron varios representantes de *Nymphaea gracilis*, y fue en este lugar donde mayor cantidad de individuos se registraron, aunque en muy reducida cantidad también se registró *Miriophyllum aquaticum* y algunos representantes de lirio acuático (Fig. 6c).

5.1.4. Usos de las plantas acuáticas.

En cuanto a los usos de las plantas acuáticas vasculares en la laguna se limita a especies de uso forrajero y de abono *Eichhornia crassipes*, *Hydrocotyle ranunculoides*; de uso alimenticio como *Nymphaea gracilis* y de uso artesanal como *Typha domingensis* y *Scirpus californicus*.

Eichhornia crassipes y *Pistia stratiotes* son usadas como fertilizantes, principalmente en los sitios donde se efectúa la agricultura a orillas de la laguna, como en las localidades del Embarcadero, Characo, Cahuajeo y la Ciénega.

De uso forrajero están las plantas de *Eichhornia crassipes*, *Polygonum mexicanum* y *P. punctatum* (llamados localmente "Chorori"), así como las especies de la familia Lemnaceae (cuyo nombre nativo es "Chinacastle"). Por lo común el uso que hacen de ellas es en los sitios donde el nivel de agua es bajo y donde se acumula el lirio además de las otras especies mencionadas.

De uso alimenticio se detectaron únicamente a nivel local las especies de *Berula erecta* llamado "Berro", *Nymphaea gracilis* y *Sagittaria longiloba* que reciben los nombres de "Papa de agua" y "Hoja de flecha" de la cuales se consume el tubérculo.

Finalmente *Typha domingensis* y *Scirpus californicus* tienen un uso artesanal, sin embargo su empleo no se realiza a nivel local, ya que generalmente en las áreas donde se presentan estas comunidades se efectúan cortes y cosechas como concesión a gente de otros poblados que realizan trabajos artesanales.

5.2. Características físicas del agua.

5.2.1. Nivel de agua.

Este parámetro (Fig. 7) presento una variación estacional con un aumento paulatino a partir de junio hasta noviembre que corresponde a la época de mayor precipitación pluvial en la laguna de Yuriria, con la consecuente disminución del nivel de agua en la época de estiaje que fue de noviembre a mayo. Durante este lapso se tuvo un mínimo de profundidad de 1.17 m en Junio y un máximo de 2.20 m en Noviembre (Tabla 2).

5.2.2. Transparencia.

La transparencia que presentaron las aguas de la laguna pueden considerarse de un valor bajo ya que en la mayoría de los sitios no excede de los 50 cm (Tabla 3), e inclusive son inferiores en los sitios que se encuentran cercanos a zonas de actividad humana como cultivo y pesca, esto mismo ocurrió en sitios con un continuo flujo de agua (Ciénega). En la figura 7 se observa un aumento gradual de la transparencia del agua desde mayo (17.2 cm) a febrero (42.4 cm) en donde los meses de mayo, junio y octubre presentan los valores más homogéneos, mientras que en los meses de julio, agosto, febrero y abril presentaron variaciones más acentuadas, de manera General la transparencia promedio fue de 25.91 cm durante el año.

5.2.3. Temperatura.

La Temperatura ambiental que se registró en la laguna de Yuriria (Tabla 2) tuvo una cierta constancia a través del año, con una paulatina disminución de temperatura desde fines de primavera (mayo) hasta mediados de invierno (enero) y un incremento de la misma a partir de febrero (Fig. 7). Los valores medios mínimos y máximos de temperatura siguen este patrón, estableciendo un valor máximo de temperatura ambiental de 28.9 °C en el mes de mayo y un mínimo de 7.1 °C en el mes de enero.

Para el caso de la temperatura del agua (Tabla 3) existe una marcada variación

de estos datos durante el período anual como se observa en la Fig. 7, que presenta un valor promedio mínimo de 15. °C en el mes de julio y un máximo de 21. °C en octubre.

5.2.4. Precipitación y Evaporación.

La precipitación que se registro durante este período anual presento la mayor precipitación durante el mes de junio al mes de octubre con valores de 2.9 mm a 5.8 mm de promedio mensual, con una disminución de en los meses subsiguientes de noviembre a mayo (Tabla 2, Fig. 7).

En el caso de la evaporación de agua (Tabla 2), es precisamente la temporada de estiaje (enero a mayo de 1987) cuando se incrementa la perdida de agua por evaporación, situación que mantiene una cierta estabilidad de mayo a diciembre de 1986 por el aporte de agua que llega a recibir tanto de la lluvia como de los afluentes naturales y artificiales.

5.2.5. Conductividad eléctrica.

La conductividad permite establecer la proporción de sales disueltas en las aguas de la laguna, pueden distinguirse en relación a las figura 7 (precipitación) una disminución gradual de mayo a octubre de 1986 en los valores promedio de conductividad eléctrica que coincide con los valores de mayor precipitación en el área. El incremento de este parámetro se presentó precisamente cuando se redujó la precipitación y aumentó en gran forma la evaporación de las aguas - en los meses de octubre de 1986 a abril de 1987 - , el aumento de la conductividad es de manera gradual en los meses de octubre (895.2 μohms) a febrero (958 μohms), con un incremento drástico en el mes de abril (2467.5 μohms).

Por localidades la variación que presento dicho parámetro fue muy reducida permaneciendo casi constantes con valores aproximados a 1000 umhos (Tabla 3. Conductividad).

Tabla 2. Datos de nivel de agua, temperatura, precipitación y evaporación de la laguna de Turiria.
 Se tomo como referencia el Embarcadero a través del ciclo anual (mayo de 1986 a mayo de 1987).
 Datos proporcionados por el Departamento de aguas superficiales de la SARH, Celaya Guanajuato.

Mes	Temperatura ambiental			Nivel de agua (cm)	Precipitación (mm)	Evaporación	
	Media	maxima (°C)	minima			con lirio	sin lirio
MAYO	17.4	28.9	15.4	132	0.4	5.49	6.79
JUNIO	17.3	25.3	15.4	117	5.8	3.45	4.91
JULIO	16.0	24.6	14.3	159	3.4	3.64	5.20
AGOSTO	15.9	25.0	14.1	182	2.9	4.16	6.25
SEPTIEMBRE	16.2	24.8	14.5	169	4.8	3.12	6.07
OCTUBRE	14.4	23	12.6	197	2.9	2.22	5.34
NOVIEMBRE	11.9	23.2	10.3	220	0.6	2.25	5.75
DICIEMBRE	9.4	21.8	7.8	213	0.0	2.19	5.19
1987							
ENERO	8.9	22.1	7.1	188	0.1	2.82	4.99
FEBRERO	10	23.0	8.1	168	0.01	3.39	5.21
MARZO	12.4	25.2	10.5	165	0.0	4.91	7.20
ABRIL	13.4	----	----	148	0.4	5.05	7.20
MAYO	----	----	----	134	0.5	5.34	7.19

NOTA: Todos los datos a excepción de nivel de agua, son registros de la media mensual obtenidos durante las lecturas diarias en este lugar.

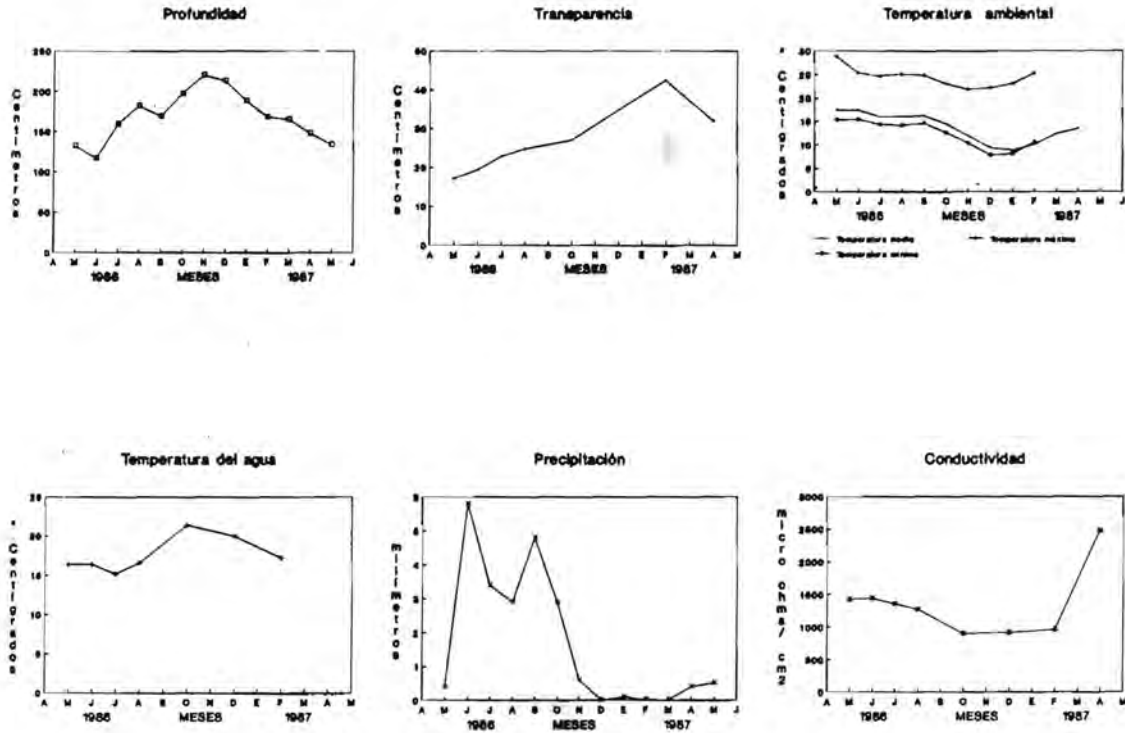


Figura 7. Gráficas de la variación anual de los parámetros físicos de las aguas de la laguna de Yuriria: profundidad registrado por la SARH, transparencia, temperatura ambiental registrado por la SARH, temperatura del agua, precipitación y conductividad.

5.3. Características químicas del agua.

5.3.1. Alcalinidad.

La alcalinidad se obtuvo de la suma de bicarbonatos y carbonatos en mg/l., dicho parámetro fue esencialmente dado por el ión bicarbonato, debido a que el ión carbonato registró valores bajos (0 a 0.931 mEq/l). En la figura 8, se observa la variación que registró la alcalinidad en el transcurso del año, con una mayor alcalinidad durante los meses secos de mayo y junio (635.1 mg/l y 620.7 mg/l respectivamente), e inclusive en el mes de diciembre (514.9 mg/l), estas concentraciones altas se debieron al aumento de evaporación y la disminución de precipitación pluvial. Hay una clara disminución de la alcalinidad a lo largo del período de lluvias desde julio hasta octubre (263.7 mg/l) e inclusive los meses de febrero y abril (16.9 mg/l).

5.3.2. Salinidad.

La salinidad es un factor que está determinado básicamente por los cationes y aniones mayores que suelen caracterizar las aguas de lagos y lagunas, de lo cual se deriva una semejanza con la conductividad (Fig. 7). Los valores de salinidad registrados en la laguna de manera general (Tabla 3), pueden considerarse estables y bajos, clasificando a las aguas de la laguna, como oligohalinas (Hutchinson 1975, Margalef, 1983) con un promedio anual de 0.95‰, registrando valores mínimos en los meses de octubre y diciembre (0.62 ‰ y 0.63‰), y un valor máximo en el mes de abril (1.72‰).

En la figura 8, se observa que los valores de salinidad sufren un decremento durante la época de lluvias (mayo a noviembre) con un incremento paulatino durante la época de estiaje y cuando aumenta también la evaporación de las aguas (diciembre a abril).

5.3.3. pH.

Los valores de potencial de hidrógeno pueden considerarse dentro de los ligeramente alcalinos, registrándose valores de pH ligeramente ácido de 6.1 en Río

Tabla 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos de las aguas de la laguna de Yuriria, durante el ciclo anual.

	LOCALIDAD	Profundidad (cm)	Transparencia	Temperatura (°C)	Conductividad (Umohs/cm)	Alcalinidad (mg/lit)	Salinidad (o/oo)	pH
M a y o	Embarcadero	200	18	15	1900	622.2	1.33	7.65
	San Pedro	78	19	16	1400	687.7	0.98	7.7
	Coyotle	85	19	16	1400	622.2	0.98	7.85
	Mariu	100	15	18	1020	608.4	0.71	7.8
	Characo	65	15	17	1408		0.96	7
	Promedio	55.6	17.2	16.4	1425.6	635.126	0.996	7.6
J u n i o	Embarcadero	30	15	16	1936	681.6	1.35	7.7
	San Pedro	81	21	17	1428	667.9	0.99	7.85
	Coyotle	90	21	17	1440	676.6	1	7.75
	Mariu	113	20	16	960	537.8	0.67	7.85
	Characo	70	20	16	1424	539.8	0.99	7.85
	Promedio	76.8	19.4	16.4	1437.6	620.74	1	7.8
J u l i o	Embarcadero	100	40	13	1900	*	1.33	7
	San Pedro	80	20	18	1400	*	0.98	7.8
	Coyotle	80	4	14	1194	*	0.83	7.4
	Mariu	45	25	17	1198	*	0.83	7.5
	Characo	150	25	14	1084	*	0.75	7.2
	Promedio	91	22.8	15.2	1355.2	*	0.944	7.38
A g o s t o	Embarcadero	80	45	16	1800	507.8	1.31	7
	San Pedro	70	25	19	1180	507.6	0.82	7
	Coyotle	75	4	15	1180	169.2	0.82	7
	Mariu	40	25	19	1160	731.6	0.81	7
	Characo	150	25	14	1020	539.8	0.71	7
	Promedio	83	24.8	16.6	1268	491.2	0.894	7
O c t u b r e	Embarcadero	*	34	20	1168	327.2	0.81	5.6
	Coyotle	*	20	21	1016	335.2	0.71	7.2
	Characo	*	18.5	22	942	221.6	0.65	6.8
	Piedra Honda	*	28	20	962	328.5	0.67	7.3
	Rio Cienega	*	35	24	388	105.5	0.27	5.1
	Promedio	*	27.1	21.4	895.2	263.7	0.623	6.4
D i c i e m b r e	Characo	*	*	19	1020	346.1	0.71	6.6
	Rio cienega	*	*	19	404	604.4	0.28	6.1
	Cahuajeo	*	*	22	976	706	0.68	6.9
	Hda. Flores	*	*	21	1110	593.2	0.77	6.8
	El fuerte	*	*	19	1034	324.8	0.72	6.65
	Promedio	*	*	20	908.8	514.9	0.632	6.61
E n e r o	Embarcadero	90	16	18	1150	300.8	0.8	7
	San Pedro	114	11	14	1156	134.2	0.8	7
	Rio Cienega	68	62	22	*	104.4	*	7.8
	Cahuajeo	49	49	15	1324	453.6	0.93	7
	Hda. Flores	74	74	17	1160	224.6	0.8	7
	Promedio	79	42.4	17.2	958	243.52	0.668	7.16
F e b r e r o	Embarcadero	78	14	*	1502	300.8	0.8	7
	Rio Cienega	78	57	*	1204	297	0.84	8.8
	Cahuajeo	67	17	*	1364	32.05	0.95	7.98
	Hda. Flores	57	40	*	5800	29.7	4.06	7.6
	Promedio	70	32	*	2467.5	164.8875	1.6625	7.82

* Datos no registrados

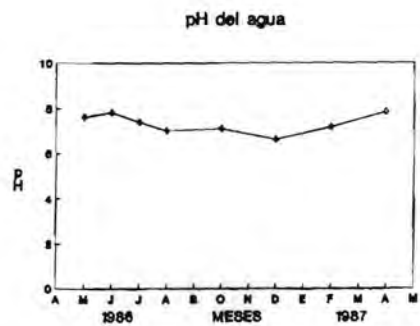
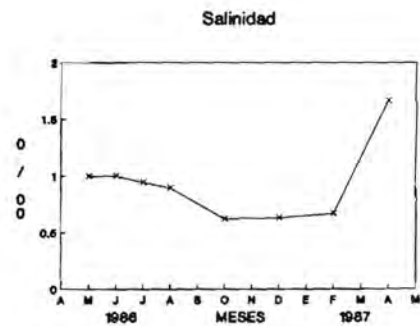
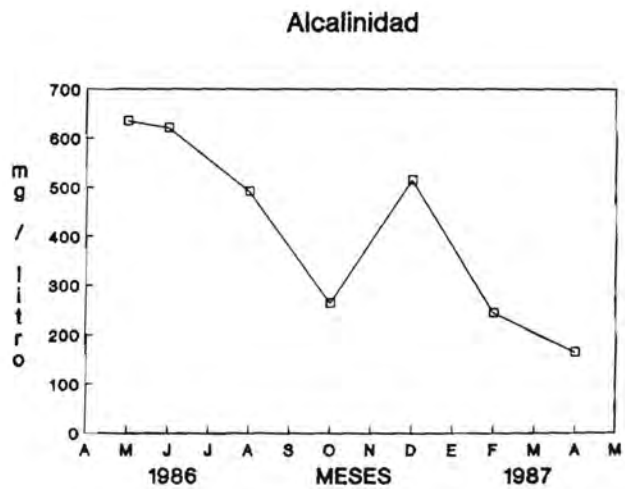


Figura 8. Gráficas de la variación anual de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la laguna de Yuriria: Alcalinidad, Salinidad, pH.

Ciénega durante el mes de diciembre hasta pH fuertemente alcalinos 8.8 en abril. En la figura 9c, se aprecia que la fluctuación del pH es gradual, presentando una disminución de sus valores en los meses de julio (7.38) a diciembre (6.1) de 1986, período en donde existe una disminución a su vez de otros factores que están ligados al pH (conductividad, sodicidad), con un aumento del pH desde diciembre (6.61) hasta abril (7.82).

5.4. Composición iónica.

Del análisis de la composición iónica de las aguas de la laguna de Yuriria (Tabla 4a, 4b y Fig. 9), se desprende que sus aguas son "duras" (Moyle, 1945).

Al observar los diagramas poligónicos iónicos (Fig. 9) que muestran la concentración promedio de aniones y cationes en cada localidad de la laguna, se observa una similitud en su composición iónica con predominio del anión bicarbonato por un lado y el catión sodio por otro. El anión bicarbonato fue el más común en las localidades de San Pedro, Coyontle, Mariu, Ciénega y el Fuerte, las concentraciones equitativas de los iones HCO_3^- y Na^+ se obtuvieron en la localidad del Embarcadero, el catión sodio fue el común en las localidades de Characo, Cahuajeo, Hacienda de las Flores y Piedra honda. En cuanto a la concentración de los otros aniones (CO_3 , Cl , SO_4^-) y cationes (K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) se observa una similitud de concentraciones en las localidades.

En las Tablas 4a y 4b, se presentan las concentraciones de aniones y cationes, tanto por localidad, como por mes. Con una relación $\text{HCO}_3^- > \text{Cl} > \text{CO}_3^- > \text{SO}_4^-$, y es en Piedra honda y el Fuerte donde los sulfatos superan los niveles de carbonatos. En los cationes se tiene la relación $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{K}^+$, estos dos últimos presentan sus concentraciones casi semejantes, con variación de estos cationes en las localidades Cahuajeo, Hacienda de las flores y el Fuerte.

Dado que en los párrafos anteriores se da una panorámica general del comportamiento de los cationes y aniones del agua en la laguna, a continuación se presentan los resultados más relevantes de estos.

CUADRO 4a. DOMINANCIAS DE ANIONES Y CATIONES EN MUESTRAS DE AGUAS ESTUDIADAS EN LAS
EN LAS DISTINTAS LOCALIDADES DE MUESTREO.

LOCALIDADES	ANIONES				CATIONES			
EMBARCADERO	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K+
SAN PEDRO	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K+
COYONTLE	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K+
MARIU	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K+
CHARACO	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K+
RIO CIENRGA	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K+
CAHUAJRO	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	K+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺
HDA. LAS FLORES	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	K+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺
PIEDRA HONDA	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K+
EL FUERTE	HCO ₃ -	Cl-	SO ₄ =	CO ₃ =	Na+	K+	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺

CUADRO 4b. DOMINANCIAS DE ANIONES Y CATIONES EN MUESTRAS DE AGUAS ESTUDIADAS
DURANTE EL CICLO ANUAL (MAYO DE 1986 A ABRIL DE 1987).

MAYO	HCO ₃ -	Cl-	SO ₄ =	CO ₃ =	Na+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K+
JUNIO	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K+
AGOSTO	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	Mg ⁺⁺	K+	Ca ⁺⁺
OCTUBRE	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	K+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺
DICIEMBRE	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	K+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺
FEBRERO	HCO ₃ -	Cl-	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	Mg ⁺⁺	K+	Ca ⁺⁺
ABRIL	Cl-	HCO ₃ -	CO ₃ =	SO ₄ =	Na+	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K+

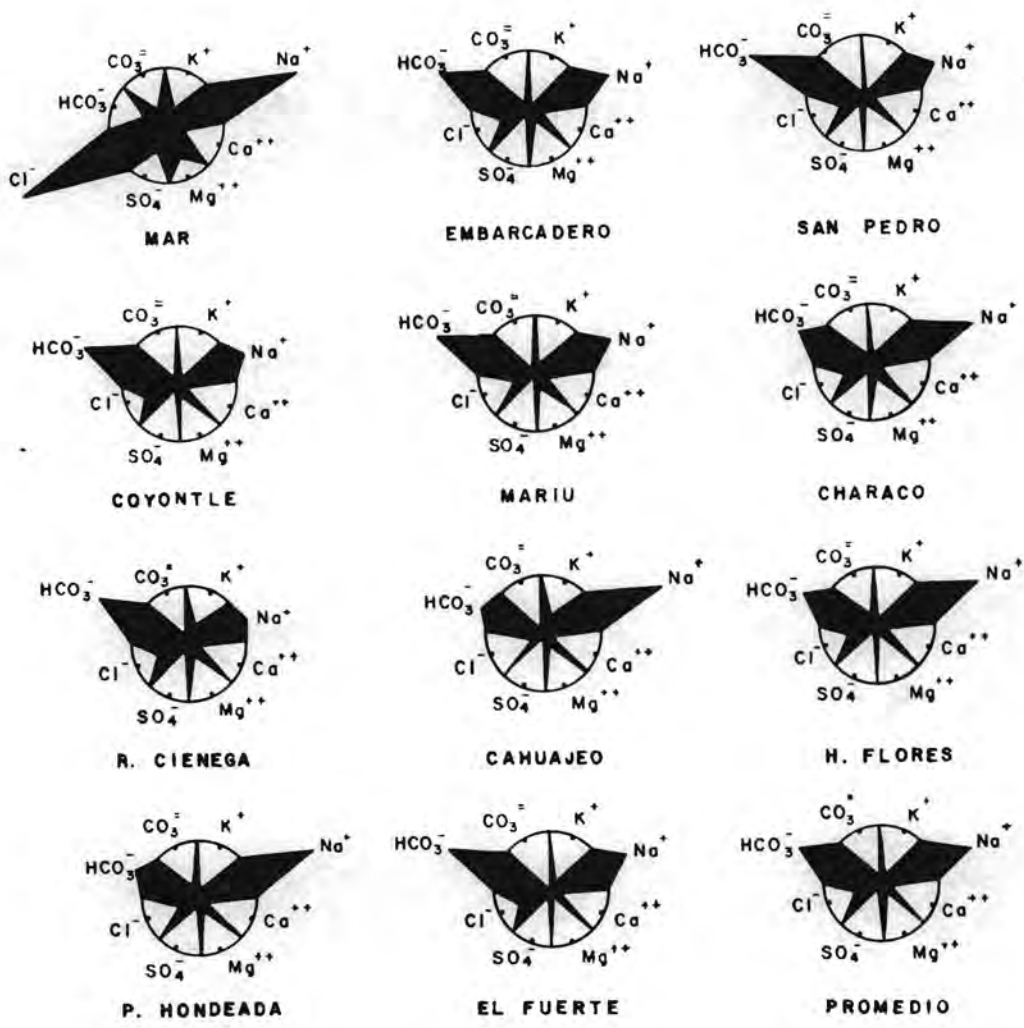


Figura 9. Diagrama iónico que muestra la proporción de concentración de aniones y cationes en promedio para cada una de las localidades de la laguna de Yuriria.

Tabla 5. Resultados de los análisis químicos de las muestras de agua de la laguna de Yuriria.

LOCALIDAD	Na+	K+	Ca++	Mg++	CO ₃ (meq/lit)	HCO ₃	Cl	SO ₄	Nr	P- (ppm)		
W	Embarcadero	5.217	0.333	0.755	1.416	0.0	10.200	2.253	0.046	1.230	0.150	
A	San Pedro	5.652	0.358	1.050	1.341	0.0	11.275	2.253	0.040	1.190	0.110	
y	Coyontle	6.086	0.384	0.940	1.293	0.0	10.200	2.816	0.031	1.140	0.310	
o	Mariu	6.086	0.358	1.120	1.491	0.0	9.975	2.253	0.036	1.140	0.180	
	Promedio	5.760	0.358	0.966	1.385	0.0	10.413	2.394	0.038	1.175	0.188	

J	Embarcadero	6.521	0.358	1.285	1.391	0.0	11.175	3.098	0.060	1.870	0.040	
n	San Pedro	5.652	0.333	0.910	1.200	0.0	10.950	3.661	0.075	0.350	0.210	
u	Coyontle	6.086	0.410	0.230	1.400	0.900	10.650	3.380	0.075	0.350	0.130	
i	Mariu	4.782	0.411	0.930	1.025	0.675	10.125	3.661	0.058	0.330	0.180	
o	Characo	7.826	0.358	1.565	1.875	0.0	8.850	3.098	0.030	0.790	0.280	
	Promedio	6.173	0.374	0.984	1.378	0.315	10.350	3.380	0.060	0.738	0.186	

A	Embarcadero	9.086	0.341	0.423	1.558	0.0	8.325	2.394	0.029	0.130	0.010	
g	San Pedro	9.086	0.315	0.416	1.466	0.0	8.322	0.985	0.032	0.0	0.050	
o	Coyontle	4.695	0.303	0.389	1.341	0.0	2.775	4.225	0.020	0.0	0.010	
s	Mariu	13.304	0.850	0.179	1.241	0.750	11.625	1.690	0.091	0.540	0.010	
t	Characo	4.695	0.290	0.394	1.266	0.0	7.200	2.816	0.029	0.0	0.010	
o	Rio Cienega	0.938	0.084	0.130	0.695	0.0	7.875	1.830	0.020	0.0	0.050	
	Promedio	6.967	0.331	0.322	1.261	0.125	7.687	2.323	0.037	0.112	0.023	

D												
c	Embarcadero	9.369	0.747	0.422	0.666	1.225	4.770	2.018	0.016	0.040	0.075	
t	Coyontle	3.695	0.366	0.491	0.919	0.735	5.145	1.314	0.018	0.083	0.040	
u	Characo	9.217	0.756	0.824	1.116	0.375	3.447	2.300	0.015	0.040	0.060	
b	Piedra Honda	9.652	0.335	0.453	0.805	0.430	5.145	1.596	0.023	0.083	0.080	
r	Rio Cienega	2.121	2.000	0.149	0.463	0.225	1.620	1.643	0.019	0.153	0.170	
e	Promedio	6.811	0.841	0.468	0.794	0.610	4.025	1.774	0.018	0.080	0.085	

D												
i												
c	Characo	13.282	1.387	0.212	0.170	0.000	5.675	2.112	0.013	0.149	0.000	
i	Rio cienega	4.421	1.920	0.160	0.300	0.375	9.785	1.267	0.005	0.081	0.170	
e	Cahuajeo	15.086	2.435	0.512	1.075	0.000	11.675	1.549	0.008	0.331	0.060	
w	Hda. Flores	13.823	0.241	0.290	0.241	0.000	9.725	1.690	0.005	0.103	0.000	
b	El fuerte	3.913	0.271	0.242	0.179	0.000	5.325	1.690	0.018	0.211	0.000	
r	Promedio	10.105	1.251	0.283	0.393	0.075	8.405	1.662	0.010	0.175	0.046	

P												
e	Embarcadero	2.956	0.044	0.535	0.604	0.980	4.450	1.549	0.006	0.390	0.480	
b	San Pedro	1.695	0.079	0.527	0.333	0.430	1.960	1.971	0.011	0.248	0.060	
r	Rio Cienega	1.086	0.274	0.497	0.683	0.980	1.225	1.267	0.014	0.141	0.170	
e	Cahuajeo	18.260	2.341	0.752	0.879	1.225	6.850	2.253	0.010	0.045	0.000	
r	Hda. Flores	1.521	0.289	0.565	0.591	0.980	3.185	2.816	0.001	0.098	0.000	
o	Promedio	5.104	0.605	0.575	0.618	0.931	3.534	1.971	0.008	0.192	0.222	

8												
7	A	Embarcadero	2.508	0.258	0.565	0.833	0.000	0.525	0.985	0.001	0.040	0.070
b	Rio Cienega	3.508	0.461	0.205	1.250	0.075	0.450	0.985	0.001	0.030	0.140	
r	Cahuajeo	3.439	0.333	0.345	1.855	0.000	0.525	0.845	0.001	0.030	0.080	
i	Hda. Flores	3.178	0.282	0.360	0.833	0.075	0.450	0.985	0.001	0.000	0.220	
l	Promedio	3.158	0.334	0.369	1.193	0.038	0.488	0.950	0.001	0.025	0.128	

5.4.1. Bicarbonatos (HCO_3^-).

Este anión (Tabla 5) es el más importante en cuanto a concentración se refiere ya que presentó un promedio anual de 6.1 meq/l. La figura 10 muestra las mayores concentraciones en los meses de mayo (10.1 meq/l) y junio (10.35 meq/l) y ligeramente en diciembre (8.0 meq/l), la menor concentración se obtuvo en el mes de abril (0.8 meq/l).

5.4.2. Cloruros (Cl^-).

Este es el segundo anión más importante en la laguna (Tabla 5), con una concentración promedio al año de 2.06 meq/l; como se observa en la figura 10, las variaciones que presenta este anión se da por el aumento en junio (3.39 meq/l) y una paulatina disminución en los siguientes meses hasta tener un mínimo en abril (0.95 meq/l).

5.4.3. Carbonatos (CO_3^{2-}) y Sulfatos (SO_4^{2-}).

En lo que corresponde a los dos aniones restantes, carbonatos y sulfatos, estos tienen concentraciones bajas con un amplio patrón de variación. Los carbonatos (Fig. 10) alcanzaron una concentración promedio anual de 0.29 meq/l. La lectura máxima se obtuvo en el mes de febrero con 0.93 meq/l. y la lectura mínima de cero en el mes de mayo.

Como se observa en la tabla 5, las concentraciones de carbonatos por localidades difieren bastante una de otra. Se registraron valores de cero en varias de las localidades y en distintos meses.

En el caso de los sulfatos (Fig. 10) se observa un aumento de mayo (0.038 meq/l) a junio (0.069 meq/l) con una paulatina disminución a partir del mismo junio hasta abril (0.0016 meq/l).

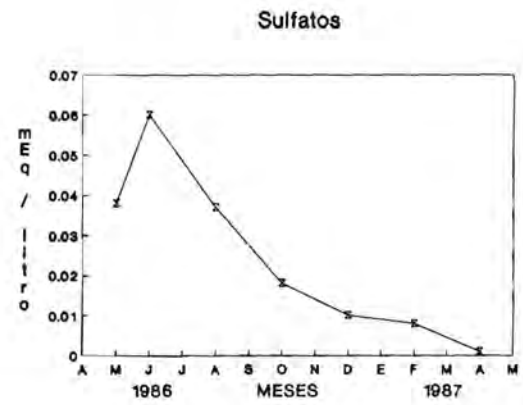
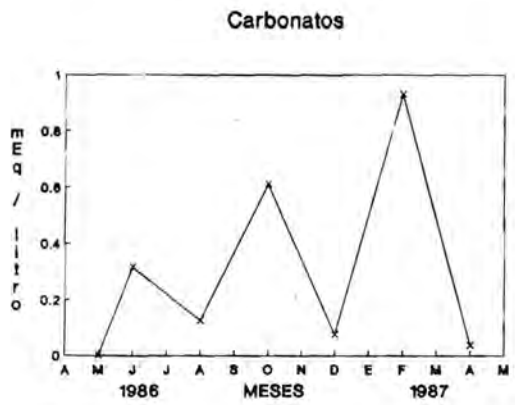
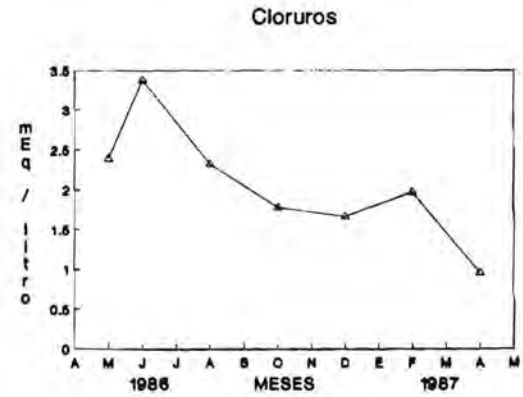
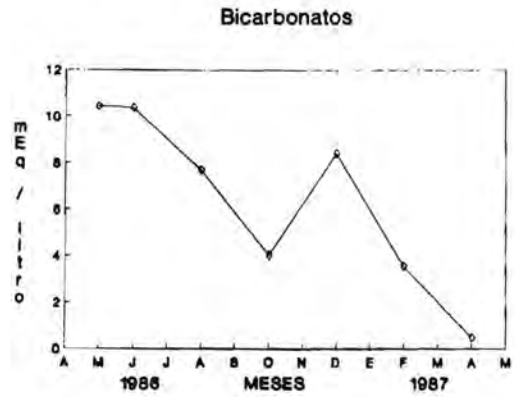


Figura 10. Gráficas de la variación anual de los parámetros químicos de las aguas de la laguna de Yuriria: Bicarbonatos, Cloruros, Carbonatos y Sulfatos.

5.4.4. Sodio (Na^+).

El sodio es el catión que prevalece sobre los demás cationes, tiene la mayor concentración con un promedio anual de 6.29 meq/l (Fig. 11) registra un incremento en su concentración a partir de mayo (5.76 meq/l) hasta tener un máximo en el mes de diciembre con 10.10 meq/l y un mínimo en abril con 3.15 meq/l.

5.4.5. Magnesio (Mg^{++}).

Este es el segundo catión que prevalece en la laguna con una concentración promedio anual de 0.95 meq/l, con concentraciones superiores de 1.0 meq/l (Tabla 5; Fig. 11) en los meses de mayo, junio, julio y abril, la concentración mínima fue en el mes de diciembre con 0.39 meq/l.

5.4.6. Potasio (K^+) y Calcio (Ca^{++}).

En relación a los otros cationes K^+ y Ca^{++} , se detectaron concentraciones promedio muy similares a lo largo del año 0.58 y 0.56 meq/l respectivamente. Para el caso del potasio este tiene valores de 0.33 meq/l en el mes de abril que es el mínimo y 1.25 meq/l como máximo en el mes de diciembre, tuvo amplias variaciones durante los meses de octubre, diciembre y febrero, comportamiento similar al del ión sodio (Fig. 11).

En el caso del Calcio su valor máximo (Fig. 11) se da en los meses de mayo (0.96 meq/l) y junio (0.98 meq/l) y su valor mínimo en diciembre (0.28 meq/l).

5.4.7. Nitrógeno (N^+) y Fósforo (P^-).

La concentración de estos dos elementos en la laguna es relativamente baja, la concentración máxima del Nitrógeno en el mes de mayo fue de 1.17 ppm y la mínima en el mes de abril de 0.02 ppm. Con una gran variación (Fig. 11) en los distintos lugares de muestreo con valores desde 0.0 ppm en la Ciénega, San Pedro,

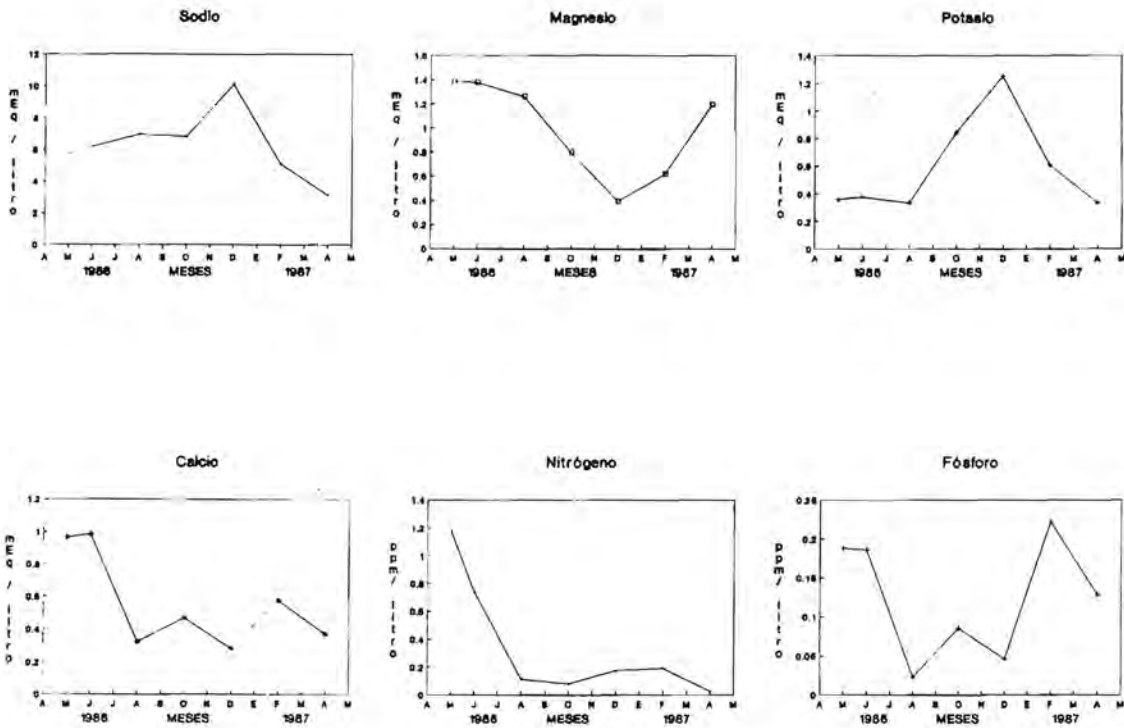


Figura 11. Gráficas de la variación anual de los parámetros químicos de las aguas de la laguna de Yuriria: Sodio, Magnesio, Potasio, Calcio, Nitrógeno, Fósforo.



Coyontle y Characo en el mes de agosto, hasta de 1.87 ppm. en el Embarcadero, durante el mes de junio.

Esto mismo, ocurre con el fósforo (Fig. 11) que tiene en distintos lugares valores de 0.0 ppm y un promedio anual de 0.12 ppm. En los meses de mayo y junio tuvo una máxima concentración de 0.18 ppm y en el mes de agosto el valor mínimo con 0.02 ppm.

5.5. Características físicas del sedimento.

5.5.1. Textura.

Dentro del contexto general, los sedimentos de la laguna se clasifican como arcillosos e inclusive como suelos del tipo migajón arcilloso y migajón arcilloso arenoso.

Así vemos que los valores de arcilla por arriba del 40% predominan en la mayoría de los sedimentos (Tabla 6), el más alto porcentaje encontrado fue en San Pedro, 68% en febrero, el valor mínimo se encontró en Coyontle, 18% en octubre. Lo anterior nos refleja la influencia que tiene la naturaleza de los suelos de la región sobre los sedimentos lacustres.

Las arenas son las que presentan después de las arcillas, los valores porcentuales más estables a lo largo del año con un promedio de 32.7%, y presentaron los porcentajes más altos en el mes de octubre 44% y el porcentaje más bajo en los meses de agosto y abril con 27%, la localidad que presentó el valor más alto de arenas 80% fue Coyontle, y la de menor porcentaje fue San Pedro con 18% .

El porcentaje de limos presentó variaciones notables dependiendo del predominio de las arcillas y arenas, y tuvo un promedio anual de 20.22%, con valores bajos en el mes de octubre 15.2% y valores altos en el mes de abril 28%, es precisamente en Coyontle la localidad que presentó el porcentaje más bajo (2%) y Mariu la que tuvo el valor más alto con 38% .

5.6. Características químicas del sedimento.

5.6.1. Porcentaje de Humedad.

Este parámetro nos da una idea de la capacidad de retención de los sedimentos al agua, debido a las características texturales del mismo, sus porcentajes de humedad son relativamente altos con un promedio de 48%, que varían a través del año (Fig. 12) de 36.7% en diciembre hasta 56.33% en abril.

Con respecto a las localidades los valores por arriba del 50% de humedad se tienen en Coyontle (59.1%), Ciénega (56.8%), Mariu (52.5%) y Cahuajeo (50.4%). El Fuerte es el sitio que tiene un valor muy bajo (8.35%), debido a que el muestreo de sedimento se dificultó por la elevada cantidad de rocas de esta zona y a la gran cantidad de raíces y material orgánico en estado de descomposición.

5.6.2. Materia orgánica.

Como se puede apreciar en el cuadro 7, los valores de materia orgánica son muy variables en cada una de las muestras de sedimentos pero se aprecia de manera general, que tienen un contenido rico de materia orgánica a través del año (Fig. 12) el cual va de 8.2% en agosto, hasta 15.17% en diciembre, se observa que estos porcentajes fluctúan dependiendo de la localidad y la densidad de vegetación.

En los lugares donde existe una comunidad vegetal más densa, se nota el incremento en la proporción de Materia orgánica, tal es el caso del Fuerte en donde las comunidades vegetales y la característica textural del sedimento (arcilloso) provoca que exista una elevada acumulación de residuos vegetales en proceso de descomposición (degradación), que al hacer la estimación de materia orgánica esto da como resultado un contenido de 34.18%. En otros sitios donde los valores son altos pero no mayores de 15%, como es el caso de Hacienda de las Flores (14.88%) que presenta una gran extensión de tular de *Typha* y *Scirpus*, ve incrementado el porcentaje de materia orgánica por los constantes cortes del tular que se llevan a cabo en este lugar.

Por otro lado, Piedra hondeada (1.27%) y Characo (10.15%) que están próximas una de la otra, tienen su principal aportación de materia orgánica en la comunidad de tular que posee una alta diversidad de plantas acuáticas, y al aporte de plantas que se distribuyen en la orilla de estas localidades. En el caso de los sitios de San Pedro (9.6%), Mariu (8.3%) y Cahuajeo (8.87%) que por igual presentan tular, es necesario considerar otros aspectos, aquí los manchones son reducidos y están en áreas casi abiertas de la laguna, por tanto el aporte de plantas de las orillas, no es tan homogéneo como en los casos antes citados, lo que ocasiona que los valores de materia orgánica se mantengan entre 8.3% y 9.6%.

No así, el Embarcadero, que presenta un valor muy similar a estos 8.71%; esta localidad no obstante, no presentar extensas comunidades de tular, se caracteriza por tener una gran número de plantas de menor tamaño de los géneros *Cyperus*, *Hydrocotyle*, *Ludwigia*, *Polygonum* y *Commelina* etc., recibiendo a su vez la aportación de lirio acuático que permaneció en esta área durante dos meses aproximadamente, ocasionando que el porcentaje de Materia orgánica se incrementase hasta 10.31% en el mes de octubre. En el caso de Coyontle, la baja proporción de Materia orgánica registrado (4.4%) puede deberse a una rápida degradación del material vegetal que es favorecida por la misma unidad textural del sedimento del lugar.

5.6.3. pH del sedimento.

Los valores de pH del sedimento se mantienen estables a lo largo del año (Fig. 12) con un promedio de 7.8, se presentó un pH del tipo alcalino en la mayoría de los sedimentos con una amplitud de 7.6 en diciembre a 8.2 en abril. No obstante se registraron valores de pH neutros (6.9), en Cahuajeo durante el mes de diciembre y valores de pH alcalinos (8.5) durante el mes de abril en la Ciénega (Tabla 6).

5.7. Macronutrientes y micronutrientes.

Dentro de los macronutrientes (Tabla 7) el elemento con mayor concentración en los sedimentos es el Calcio, con una concentración promedio anual de 22.07

Tabla 5. Datos de las características físicoquímicas de las muestras de sedimentos de la laguna de Yuriria.

	LOCALIDAD	Arcilla %	Limo %	Arena	Clasificación Textura	Humedad %	C.orgánico	pH
	A Embarcadero	54	28	12	Arcilla	50.90	8.76	7.9
	g San Pedro	54	14	32	Arcilla	51.38	6.45	8.1
	o Coyotle	26	16	58	Migajon arcilloso	57.08	6.29	7.8
	s Mariu	36	38	26	Migajon arcilloso	47.43	8.29	7.5
	L Characo	66	14	20	Arcilla	55.46	11.07	7.9
	o Rio Cienega	50	36	14	Arcilla	46.06	8.46	7.7
	Promedio	48	24	27		51.39	8.22	7.8
=====								
	D							
	c Embarcadero	48	2	50	Arcilla arenoso	67.64	5.45	8.0
1	t Coyotle	18	2	80	Migajon arcilloso	24.42	2.50	8.3
9	u Characo	32	16	52	Migajon arcilloso	51.67	11.52	7.5
5	b Piedra Ronda	40	40	20	Migajon arcilloso	53.39	14.27	7.3
6	r Rio Cienega	66	16	18	Arcilla	34.96	10.32	8.0
	e Promedio	41	15	44		46.52	8.81	7.8
=====								
	D							
	i							
	c Characo	34	24	42	Migajon arcilloso	51.39	7.90	8.1
	i Rio cienega	40	10	42	Arcilla	44.25	5.84	8.2
	e Cahuajeo	58	20	22	Arcilla	71.24	14.77	6.9
	m Hda. Flores	58	12	30	Arcilla	55.39	13.14	7.3
	b El fuerte	54	16	30	Arcilla	91.28	34.18	7.7
	r Promedio	49	16	33		62.83	15.17	7.6
	e							
=====								
	P							
	e Embarcadero	40	22	38	Arcilla + Migajon	68.52	11.72	8.0
	b San Pedro	68	14	18	Arcilla	83.83	12.76	7.5
	r Rio Cienega	48	14	38	Arcilla	46.85	6.21	8.3
1	e Cahuajeo	42	22	36	Arcilla	44.90	6.84	8.0
9	r Hda. Flores	54	14	32	Arcilla	66.65	17.62	7.3
8	o Promedio	50	17	32		58.15	11.03	7.8
=====								
	A Embarcadero	48	28	24	Arcilla	49.83	8.95	8.4
	b Rio Cienega	36	32	32	Migajon arcilloso	42.24	5.24	8.5
	r Cahuajeo	34	34	32	Migajon arcilloso	32.38	4.97	8.0
	i Hda. Flores	62	18	20	Arcilla	50.61	13.90	7.9
	l Promedio	45	28	27		43.77	8.27	8.2
=====								

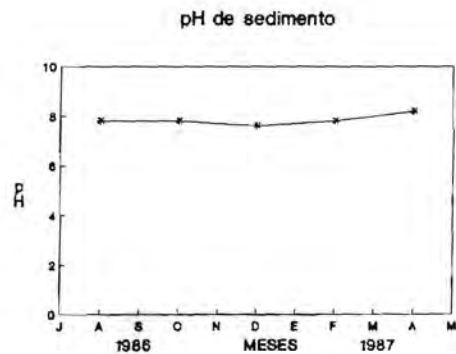
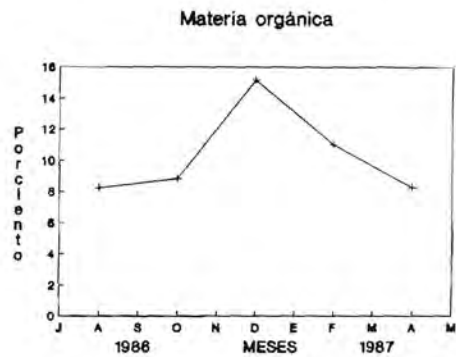
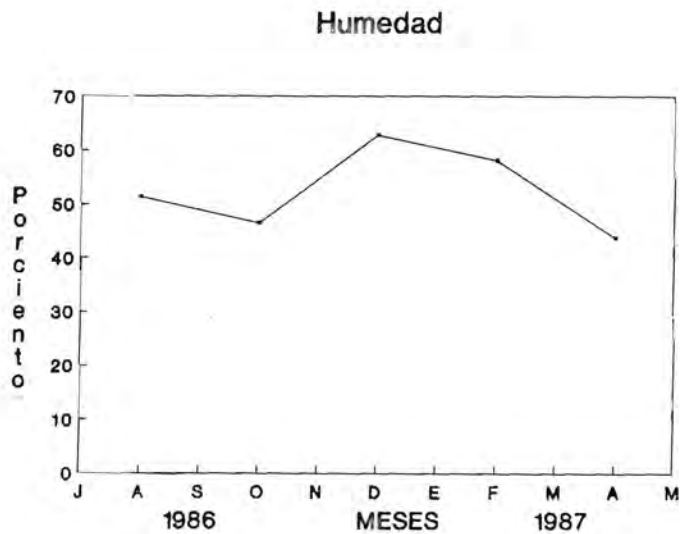


Figura 12. Gráficas de la variación anual de los parámetros fisicoquímicos del sedimento de la laguna de Yuriria: Humedad, Materia orgánica, pH.

meq/100 g. La menor concentración se alcanza en en el mes de octubre con 16.36 meq/100 g, y la más alta registrada es en febrero 25.06 meq/100 g.

Como puede observarse en tabla 7 y figura 13 se presenta un valor constante en los meses de diciembre (2.88), febrero (25.06) y abril (2.6).

El Magnesio (Fig. 13) presenta más estabilidad que el Calcio a lo largo del año, con valores desde 10.6 meq/100 g en los meses de octubre y febrero, hasta 12.8 meq/100 g en agosto y un promedio anual de 11.58 meq/100 g.

Las concentraciones promedio de Sodio y Potasio (Tabla 7 y Fig. 13) en el transcurso del año fueron de 2.31 meq/100 g y 2.09 meq/100 g respectivamente. Se observa en las figuras una relación en sus concentraciones máximas y mínimas durante este tiempo, ya que las concentraciones mínimas para ambos elementos son en octubre 1.78 meq/ 100 g para el Sodio y 1.76 meq/ 100g para el Potasio y las concentraciones máximas son en diciembre 2.79 meq/100 g y 2.5 meq/100 g para cada elemento.

En cuanto a los micronutrientes, el Manganeso (Tabla 7 y Fig. 14) presentó un promedio anual de 14.36 ppm/100 g, el nivel más alto de concentración de este microelemento fué en agosto 19.4 ppm y el menor en octubre 11.12 ppm.

El otro microelemento que prevalece en las muestras de sedimento es el Hierro (Fig. 14) con valores de 2.88 ppm en octubre a 7.02 ppm en agosto y un promedio anual de 5.82 ppm. Se observa un comportamiento similar al Manganeso durante el año.

En el caso del Zinc y Cobre (Fig. 14) sus concentraciones son muy bajas con promedios anuales de 0.59 ppm y 0.26 ppm respectivamente; la máxima concentración para el Zinc fue 0.96 ppm en febrero y para el Cobre de 0.3 ppm en abril, las menores en octubre de 0.321 ppm para el Zinc y 0.15 ppm para el Cobre, el Zinc en diciembre tiene un valor similar de 0.324 ppm.

5.8. Nitrógeno.

En comparación con los valores encontrados en el agua para el caso los valores de nitrógeno (Fig. 14) encontrado en los sedimentos son altos con un promedio anual de 0.72% correspondiendo al mes de diciembre 2.98%, valor que se ve

incrementado por las localidades de Cahuajeo (2.91%) y el Fuerte (7.6%) que tienen los valores más alto de nitrógeno por la elevada proporción de materia orgánica y al caracter textural del suelo en el caso del Fuerte, y a las aportaciones dadas por los fertilizantes empleados en los cultivos establecidos a las orillas de la laguna en el caso de Cahuajeo.

Es abril el mes que presenta el menor porcentaje de este elemento con 0.48% y es la Ciénega el sitio que tuvo las proporciones más reducidas en relación a los demás puntos de muestreo con promedio de 0.68% a lo largo del año.

En la Ciénega las concentraciones reducidas de este elemento van de cero en el mes de abril hasta 2.35% en agosto.

La variación que se presentó en la Ciénega durante el mes de agosto de presentar la mayor cantidad de nitrógeno corresponde a la temporada de lluvias con el aumento del caudal del canal (río), originando a la vez un mayor aporte de material orgánico con el consecuente incremento de nitrógeno que al pasar esta época tiene una reducción muy drástica.

Tabla 7. Resultados de los análisis químicos de las muestras de sedimentos de la laguna de Yuriria.

	LOCALIDAD	Na+	K+	Ca++	Mg++	Fe	Zn	Cu	Mn	Ni	
		mg/100 grs					ppm/ 100 grs)				%
	A	Embarcadero	2.96	2.67	26.75	13.13	2.60	0.60	0.17	16.00	2.22
	g	San Pedro	2.75	2.67	14.18	22.08	0.09	0.10	0.08	5.20	1.04
	o	Covontle	1.96	1.48	15.35	6.66	9.22	0.31	0.20	10.20	1.95
	s	Nariu	2.71	2.31	21.85	10.83	1.94	0.21	0.12	45.00	2.84
	t	Characo	2.36	2.41	19.35	12.50	6.31	0.41	0.21	20.10	1.68
	o	Rio Cienega	2.30	1.50	19.30	11.66	22.00	0.30	0.15	19.90	2.35
		Promedio	2.51	2.17	19.46	12.81	7.03	0.32	0.16	19.40	2.01

	C										
1	c	Embarcadero	1.71	1.44	9.49	9.20	1.78	2.37	0.29	14.40	1.66
9	t	Covontle	0.96	0.73	9.25	6.66	1.14	0.11	0.15	6.30	0.64
8	u	Characo	2.28	2.34	19.40	11.66	5.81	0.32	0.27	10.30	1.80
6	b	Piedra Honda	2.27	2.47	19.85	12.50	2.98	0.41	0.24	16.20	2.83
	r	Rio Cienega	1.66	1.80	23.85	13.33	2.73	0.11	0.19	8.40	6.76
	e	Promedio	1.78	1.76	16.37	10.67	2.89	0.66	0.23	11.12	1.54

	D										
	i	Characo	2.16	2.09	23.90	11.66	4.49	0.33	0.24	12.60	1.99
	i	Rio cienega	1.36	1.52	32.80	12.50	2.03	0.22	0.22	17.50	0.24
	e	Cahuajeo	2.15	4.18	18.90	10.83	5.37	0.32	0.20	26.50	2.91
	n	Hda. Flores	3.53	2.74	24.40	13.33	12.28	0.32	0.23	7.50	2.13
	b	El fuerte	4.77	2.15	24.40	14.24	2.60	0.43	0.26	12.60	7.60
	r	Promedio	2.79	2.54	24.88	12.51	5.35	0.32	0.23	15.34	2.97

	F										
	e	Embarcadero	2.26	2.28	38.90	10.00	5.82	3.52	0.33	18.90	2.92
	b	San Pedro	2.53	2.75	20.50	12.50	13.95	0.33	0.30	14.80	1.20
	r	Rio Cienega	1.68	1.65	29.40	14.70	1.56	0.12	0.28	14.70	0.08
1	e	Cahuajeo	1.85	1.65	16.50	7.50	4.32	0.22	0.27	15.70	0.70
9	r	Hda. Flores	3.19	2.44	20.00	11.66	9.36	0.65	0.31	7.70	3.81
8	o	Promedio	2.30	2.15	25.06	11.27	7.00	0.97	0.30	14.36	1.74

	A	Embarcadero	2.00	2.19	19.55	9.16	10.00	1.84	0.53	16.00	1.12
	b	Rio Cienega	2.18	1.87	34.95	14.16	2.48	0.23	0.35	11.90	*
	r	Cahuajeo	1.51	0.98	12.05	5.87	6.83	0.23	0.47	8.80	0.04
	i	Hda. Flores	3.03	2.32	32.00	13.33	8.09	0.56	0.37	9.80	0.76
	l	Promedio	2.18	1.84	24.64	10.63	6.85	0.72	0.43	11.63	0.48

* Dato no determinado

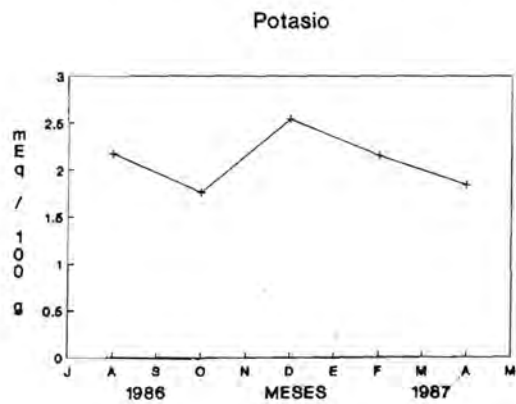
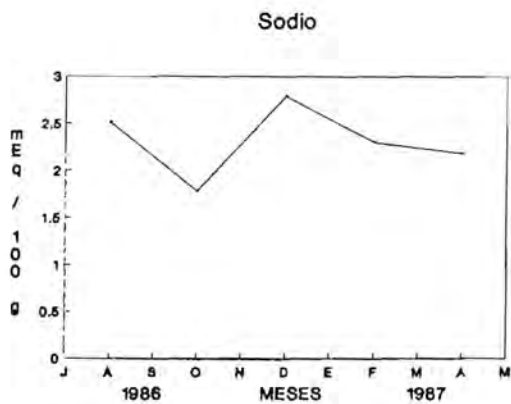
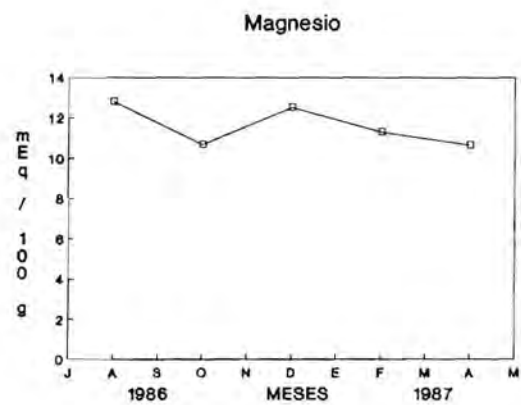
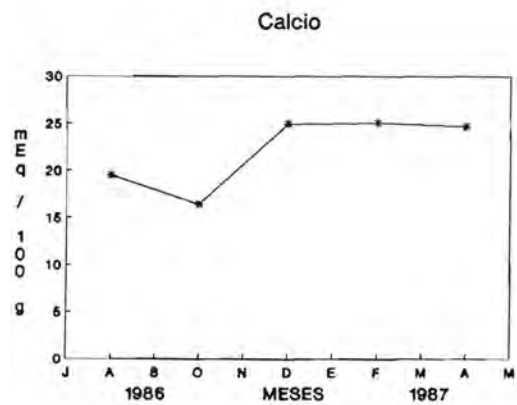


Figura 13. Gráficas de la variación anual de los parámetros químicos del sedimento de la laguna de Yuriria: Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio.

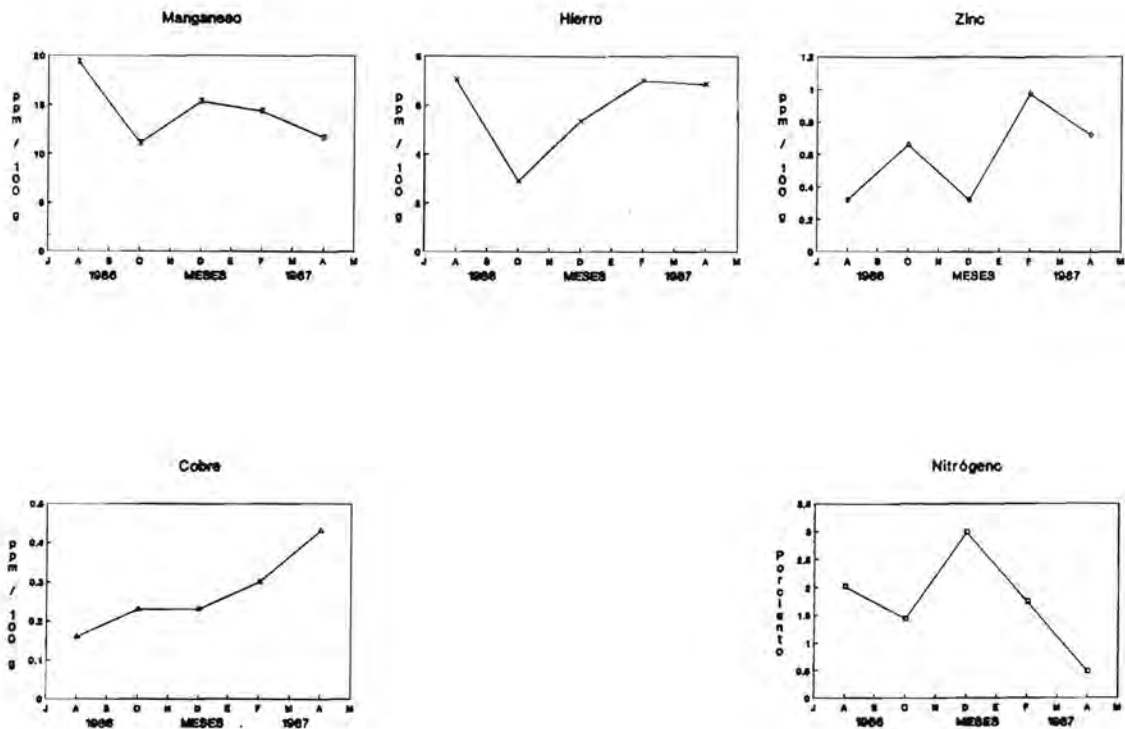


Figura 14. Gráficas de la variación anual de los parámetros químicos del sedimento de la laguna de Yuriria: Manganeso, Hierro, Zinc, Cobre, Nitrógeno.

VI. DISCUSION.

Las concentraciones de cationes (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}), aniones (CO_3^- , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^-) en aguas y macronutrientes y micronutrientes en sedimentos de la laguna de Yuriria son consecuencia en parte de la naturaleza de la roca y suelo de la cuenca donde se depositan sus aguas, así como de la naturaleza de los diferentes afluentes que descargan en la laguna, factores que propician que las sales solubles acarreadas por estos afluentes se integren a las ya acumuladas en la cuenca.

Un elemento que afecta en gran medida el equilibrio de este ecosistema, es la creciente influencia humana, que propicia un desbalance hidrológico ocasionado por la extracción de aguas con fines agrícolas y el aporte de aguas del lago de Cuitzeo por medio del canal de la Cinta.

Otros aspectos son la disminución de la profundidad y una alta turbidez, como consecuencia del aporte constante de materia en suspensión, favoreciendo un rápido azolvamiento del fondo lacustre.

En cuanto a la vegetación acuática existente se distingue un estado sucesional que se caracteriza por presentarse hacia los márgenes de la laguna y con poca profundidad especies de hidrófitas enraizadas emergentes, conforme aumenta la profundidad hacen presencia las hidrófitas enraizadas de hojas flotantes, hidrófitas enraizadas sumergidas y hidrófitas libremente flotadoras en ese orden.

Así mismo ocurre un desplazamiento de las especies nativas como *Nymphaea gracilis* y *Potamogeton pectinatus* por especies malezoides más resistentes a los trastornos producidos por la actividad humana.

Por otro lado las plantas hidrófitas emergentes, las cuales tienen un alto potencial reproductivo, transforman la zona litoral de terrenos cenagosos en tierra consolidada, la cuál se emplea como tierra de cultivo rica en nutrientes, principalmente para la siembra de maíz, frijol, chile y jitomate.

Otro aspecto relevante es la amplia superficie de la laguna cubierta con abundante vegetación hidrófita, principalmente "lirio", planta que se caracteriza por ser un indicador del enriquecimiento mineral de las aguas.

Con el fin de relacionar los factores abióticos tales como el nivel de agua,

transparencia, temperatura, precipitación y evaporación del agua, con la distribución de las hidrófitas, a continuación se da una breve explicación del comportamiento de estos parámetros, su interacción y posible influencia en la distribución de la vegetación acuática en la laguna de Yuriria.

Para el caso de la profundidad, tanto en los datos registrados por la SARH (Tabla 2) como en los datos de campo (Tabla 3), se observa una clara variación en el nivel del agua. Estas variaciones son debida a la función que tiene el lago como vaso regulador de los excedentes del río Lerma y del lago de Cuitzeo, así como por las aportaciones de distintos arroyos permanentes y temporales que se originan durante la época de lluvias además de la elevada cantidad de agua que extraen para fines agrícolas.

En el caso de la laguna de Yuriria la profundidad del agua, es un factor importante en la distribución de la vegetación acuática, a tal grado, que esta bien definida la zonación de sus distintas formas acuáticas. De este modo, desde las partes menos profundas hasta los dos metros de profundidad, las comunidades de hidrófitas emergentes, principalmente los "tulares", son los dominantes y forman manchones de gran extensión (tanto a lo largo como en anchura).

En el caso de las hidrófitas libremente flotadoras, la profundidad no condiciona su distribución, sin embargo, al disminuir el nivel de agua, en las orillas se suelen formar cubiertas compactas de estas plantas, que si no vuelve a inundarse, en poco tiempo mueren.

Las hidrófitas de hojas flotante e hidrófitas enraizadas sumergidas (*Nymphaea gracilis* y *Potamogeton pectinatus*) dado que se desarrollan hacia el interior de la laguna y a mayores profundidades su desarrollo también está condicionado a la interrelación de otros factores tales como la transparencia del agua y la textura del sedimento (Walker & Wehrhan (1971), Carpenter (1981) y Sand-Jensen (1981)). Debido a que los valores de transparencia son bajos en la mayoría de los sitios muestreados, la cantidad de luz que penetra se ve disminuida. En estos casos, la transparencia se convierte en una factor limitante para los procesos metabólicos especialmente para la fotosíntesis de las hidrófitas sumergidas como *Miryophyllum aquaticum* y *Potamogeton pectinatus* (Idso & Anderson, 1988).

Por otro lado, los valores bajos de la transparencia, son consecuencia del constante aporte de sólidos disueltos hacia la laguna y que provienen en su mayoría, tanto de los afluentes, como de los escurrimientos del agua empleada en los sembradíos aledaños.

Contrastan con lo anteriormente mencionado, las localidades de la Ciénega y Hacienda de las Flores, cuyos valores de transparencia están por arriba del promedio (25.9 cm). No obstante estos valores, es evidente la relativa ausencia de formas de vida diferentes a las de las hidrófitas enraizadas emergentes, tanto en estos sitios como en la mayoría de las localidades muestreadas.

En Hacienda de las Flores los valores más altos en la transparencia fueron favorecidos por la alta densidad de las comunidades vegetales acuáticas dominadas por el tular que impiden hasta cierto punto el movimiento de agua, favoreciendo el asentamiento ya que capturan los sólidos en suspensión en esta área y son activos formadores de suelo.

La temperatura del agua es un factor que no parece afectar de manera directa la distribución de las hidrófitas vasculares, aunque su acción ocasiona un exceso de evaporación durante el período de enero a mayo y por ende un aumento en la salinidad (Dale & Guillespie, 1977).

Aún cuando la temperatura del agua presentó cierta estabilidad durante el año en toda la laguna, la variación que se observó de la temperatura ambiental fue muy drástica. Sin embargo, es sabido que la vegetación acuática permite la conservación del calor y amortigua las variaciones de temperatura del agua, manteniéndola en una condición mucho más estable comparada con la temperatura ambiental (Idso & Anderson, 1988).

La temperatura ambiental, es también un factor que determina la distribución, el desarrollo y riqueza de comunidades. La temperatura ambiental en este sentido es un factor importante en la distribución de las macrófitas acuáticas aunque puede operar a través de otras variables, como el efecto indirecto sobre la química del agua o puede influir en una variedad de respuestas fisiológicas como latencia, germinación de semillas, desarrollo de partes vegetativas.

En la laguna es claro el desarrollo vegetativo durante la época de verano (Junio,

Julio, Agosto) de la mayoría de las especies acuáticas enraizadas que se registran (Tabla 1), aspecto que coincide precisamente con las temperaturas ambientales altas del orden de 15 a 30 °C, sin embargo, el desarrollo de las partes reproductivas, así como el surgimiento de nuevos individuos de plantas acuáticas se dió durante los períodos de bajas temperaturas (7 a 21 °C) durante los meses de Noviembre a Febrero.

Otros factores que se relacionan con los anteriores, son la precipitación y la evaporación, los cuales tienen una influencia indirecta sobre la distribución de las plantas acuáticas ya que afectan las concentraciones de cationes y aniones del agua, el porcentaje de materia orgánica, la alcalinidad, la salinidad y la conductividad eléctrica (Seddon, 1972).

De mayo a diciembre de 1986 la evaporación se mantuvo en equilibrio, por el aporte de agua que llegó a recibir tanto de la lluvia, como de los afluentes naturales y artificiales. Sin embargo, se originaron fluctuaciones en los valores de la conductividad, la alcalinidad y la salinidad. En la temporada de estiaje (enero a mayo de 1987) se incrementó la pérdida de agua por evaporación, con una reducción de la profundidad de hasta 80 cm en relación al máximo alcanzado (2.20 m) y durante este lapso la mayoría de las hidrófitas se encontraron en estado vegetativo.

La disminución gradual (de mayo a octubre de 1986) de la conductividad eléctrica, coincidió con el incremento gradual de la precipitación en el área, lo que provocó hasta cierto punto, una dilución de las sales y a su vez una disminución en los valores de la conductividad. Por el contrario el incremento de la conductividad eléctrica se presentó precisamente cuando se redujo la precipitación y aumentó en gran medida la evaporación de las aguas en los meses de octubre a abril. El incremento de manera drástica de la conductividad en el mes de abril fue consecuencia de la escasa precipitación, aumento de la evaporación por las altas temperaturas ambientales y a la extracción del agua para fines agrícolas.

La conductividad eléctrica solo da una idea de la concentración de sales disueltas que serán en su momento aprovechadas por las plantas acuáticas, de los resultados registrados se establece de manera general, que las aguas de la laguna están fuertemente mineralizadas (Margalef, 1983), esta condición permite el establecimiento

de una gran cantidad de hidrófitas.

Los valores de salinidad y pH en general, pueden considerarse como constantes y estables, no obstante hubo algunas fluctuaciones en el pH a lo largo del año. Estos datos pueden ligarse al flujo de agua y al aporte de residuos orgánicos que originan que el pH disminuya a valores cercanos a 7, al igual que el sistema de amortiguamiento $\text{CO}_2^=$ - $\text{HCO}_3^=$ - $\text{CO}_3^=$, e inclusive a la concentración elevada de elementos como Na^+ y de bicarbonatos, que ocasionan un aumento de este.

Moyle (1945) y Pip (1979), sugirieron que uno de los factores que influye en la distribución de las hidrófitas es el pH, el cual juega un papel importante en la regulación de la competencia entre especies que pueden usar o no el ión bicarbonato, como un recurso para la obtención de carbono en lugar de usar bióxido de carbono (Hutchinson, 1975 y Margalef, 1980). Existe una interrelación entre el pH y la presencia del carbono en sus tres formas iónicas (bióxido de carbono, carbonatos y bicarbonatos).

La laguna de Yuriria al tener un pH neutro a ligeramente alcalino, favorece el aumento en los bicarbonatos y una disminución considerable de los carbonatos y el bióxido de carbono, situación que se observa en la composición iónica de las aguas donde predominan los bicarbonatos de sodio y en los sedimentos donde prevalecen los bicarbonatos de calcio y magnesio (Ver Fig. 9 y Tabla 7). Esta situación propicia el desarrollo de las hidrófitas que aprovechan el bicarbonato como fuente de carbono en el proceso de fotosíntesis. Según Sculthorpe (1967), Margalef (1983) y Reitmer (1984) establecen que las especies de hidrófitas sumergidas como *Myriophyllum aquaticum*, *Potamogeton pectinatus*, algunas Lemnáceas tienen gran capacidad para obtener el carbono de los bicarbonatos, por lo cuál tienen una ventaja competitiva sobre aquellas que lo toman del CO_2 libre.

En lo concerniente a la composición iónica en sus concentraciones tanto en aguas como en sedimentos se observa una homogeneidad a través del año.

Distintas clasificaciones pueden darse a las aguas de la laguna de acuerdo al criterio de diversos autores. Se le puede considerar como una laguna de aguas "blandas" según Hutchinson (1975) que son las derivadas de cuencas formadas por rocas ígneas ácidas y presentan una baja concentración de Ca^{++} y Mg^{++} , "duras" según Moyle (1945); Wetzel (1975) y Quiróz (1981) o "bicarbonatadas" según Margalef (1983),

en donde todas las bases están presentes en forma de bicarbonatos, debido a la descomposición de la materia orgánica y a la disolución del carbonato de calcio en los sedimentos de pH bajo (Wetzel, 1975 y Valentyne, 1978).

Con la finalidad de poder encontrar una relación entre los parámetros fisicoquímicos de las aguas con la vegetación acuática, se empleó la clasificación de aguas de Moyle (1945) modificado por Quiróz (1981), quienes toman en cuenta la tolerancia de las plantas acuáticas al contenido de carbonatos y bicarbonatos o la alcalinidad y al contenido de los sulfatos. Bajo tal clasificación y se puede decir que las aguas de la laguna son del tipo "duras" (alcalinidad entre 90 y 150 p.p.m., sulfatos entre 0 y 5 p.p.m. y un pH entre 7 y 7.8).

La distribución de la vegetación acuática puede considerarse bastante homogénea y en su mayoría pertenecientes al grupo de plantas que se desarrollan en aguas "duras" (Moyle, 1945; Quiróz, 1981).

Pueden destacarse ciertos aspectos en la distribución de las plantas acuáticas en relación a los parámetros fisicoquímicos de las aguas y los sedimentos, sin embargo las siguientes observaciones no pueden ser del todo una determinante en su distribución, solo que es adecuado considerarlas para tener una perspectiva de tal relación. Así tenemos los siguientes casos en la Ciénega, localidad que presentó el mayor número de especies registradas, coincidió con los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua y del sedimento más bajos de toda la laguna. Sitio donde además destaca la presencia de especies no registradas en otros sitios como las especies acuáticas y subacuáticas *Cyperus laevigatus*, *C. odoratus*, *Eleocharis densa*, *Datura ceratocaula*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Nymphoides fallax*, *Sagittaria longiloba* y especies tolerantes como *Parthenium hysterophorus*, *Tridax coronopifolia*, *Cynodon dactylon*.

En la localidad de El Fuerte, el alto contenido de sodio (4.77 meq/lit) en los sedimentos, es el causante de que en este sitio se presente un número reducido de especies acuáticas, pues se sabe que el alto contenido de sodio es un factor limitante para la mayoría de las especies dulceacuícolas, pero no impide el desarrollo de especies que puedan tolerar estas concentraciones altas de sodio, ejemplo de especies que se desarrollan y toleran esta condición son: *Commelina diffusa*, *Cyperus articulatus*, *Echinochloa crus-galli*, *E. crus-pavoni*, *Eclipta prostrata*, *Myriophyllum aquaticum* y

Potamogeton pectinatus.

En otras localidades como Piedra Honda, Mariu, San Pedro y Hacienda de las Flores también se tiene un número reducido de especies acuáticas, generalmente dominadas por *Typha domingensis*, *Scirpus californicus*, *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes*, pero las circunstancias por la cuál el número de especies fue bajo difieren de una localidad a otra.

En el caso de San Pedro, la elevada concentración de sodio en el agua (de 5.65 a 9.68 meq/lt), no fue un factor limitante para permitir el desarrollo de ciertas especies como *Berula erecta*, *Lemna gibba*, *L.minuscula*, *Myriophyllum aquaticum*, *Polygonum mexicanum* y *Utricularia gibba*, pero si restringio el desarrollo de especies que no toleran la concentración de sodio.

En la localidad de Mariu la mayor concentración de bicarbonatos (de 9.97 a 11.62 meq/lt) y sodio (13.30 meq/lt) en el agua (Tabla 5), la menor concentración de hierro (1.94 ppm), una mayor concentración de manganeso en los sedimentos (45 ppm) (Tabla 7) son factores que de alguna forma sólo permitieron el desarrollo de pocas especies que toleren estas concentraciones, ejemplo de ello son las siguientes; *Berula erecta*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Ludwigia peploides*, *Phragmites australis*, *Polygonum mexicanum* y *P. punctatum*.

Para la localidad de Piedra Honda las pocas especies localizadas como *Echinochloa colonum*, *E. crus-galli* var. *zelayensis*, *E. pyramidalis*, *Ludwigia peploides*, *Nymphoides fallax* y *Nymphaea gracilis* , permiten suponer que estas toleran las elevadas concentraciones de sodio en el agua del orden de los 10 meq/l en las aguas (Tabla 5 y 7).

Referente a las localidades del Embarcadero, Characo, Cahuajeo y Coyontle, la presencia de un mayor número de especies en relación a las otras localidades, estuvo dado precisamente por la homogeneidad y poca variación de los parámetros fisicoquímicos de aguas y sedimentos durante todo el año en estos sitios.

Estas características permiten que en las cuatro localidades se desarrollen las mismas especies (Tabla 1), diferenciándose un sitio de otro sólo por la presencia de algunas especies como *Guilleminea densa*, *Myriophyllum aquaticum*, *Nymphaea gracilis*, *Phragmites australis* y *Potamogeton pectinatus*.

El carácter textural de los sedimentos principalmente del tipo arcilloso favorece considerablemente el establecimiento y desarrollo de las hidrófitas. En la laguna este factor es determinante como pudo observarse en el Fuerte, Piedra Honda y Coyontle, donde hubo generalmente áreas con rocas y el desarrollo de hidrófitas principalmente de enraizadas sumergidas y de hidrófitas de hojas flotantes se vio limitado.

Como consecuencia de las concentraciones de nitrógeno y fósforo existentes en la laguna se tiene un desarrollo considerable de *Eichhornia crassipes* que es una hidrófita que aprovecha considerablemente estos dos elementos como nutrientes, con frecuencia se encuentra formando agrupaciones muy densas y por consiguiente cubre una amplia superficie de la laguna (desde un 50% hasta un 60%).

La acumulación del nitrógeno en los sedimentos es el resultado del continuo aporte de materia orgánica proveniente de las plantas acuáticas que van muriendo y que sufre un lento proceso de descomposición.

En Resumen, puede establecerse que la diversidad de especies acuáticas encontradas en la laguna de Yuriria es dada por diversos factores; uno de ellos es la amplia tolerancia de las especies encontradas a las diversas condiciones ambientales y condiciones fisicoquímicas que se presentaron en las aguas y en los sedimentos de la misma laguna. Entre las especies destacan: *Eichhornia crassipes*, *Phragmites australis*, *Pistia stratiotes*, *Polygonum mexicanum*, *Potamogeton pectinatus*, *Scirpus californicus* y *Typha domingensis*.

VII. CONCLUSIONES.

La naturaleza de la roca madre y de los suelos de la cuenca (de origen ígneo básicamente) donde se depositan sus aguas la laguna de Yuriria y sobre todo las condiciones ambientales que en la actualidad se presentan en el área, le han conferido a la laguna características fisicoquímicas en sus aguas y sedimentos comunes a los lagos naturales.

En la actualidad la laguna de Yuriria sufre un proceso de envejecimiento, debido al aporte de sedimentos provenientes de los diversos afluentes tanto naturales como artificiales que llegan a la cuenca. Esto se agrava aún más, por el elevado contenido de nutrientes y contaminantes que son aportados por las aguas vertidas de las poblaciones de Yuriria, Uriangato y Moroleón, así como del río Lerma y de la zonas agrícolas de la Ciénega y sus alrededores. Como consecuencia de esta mineralización y alteración se detecta la problemática del lirio acuático que en época de lluvias llega a cubrir de un 50 a un 60 % de la superficie lacustre, que impide el aprovechamiento del recurso pesquero con que cuenta y desalienta las actividades recreativas que eran muy comunes en esta laguna.

Los parámetros físicos y químicos registrados como temperatura, transparencia, pH, composición iónica de las aguas y de los sedimentos e incluso el caracter textural de estos últimos pueden considerarse como los parámetros principales que influyeron en la distribución de la vegetación acuática vascular dentro de la laguna de Yuriria.

Sin embargo, los parámetros trabajados se ven afectados en su comportamiento por otros factores que se derivan de su relación entre ellos mismos o su relación con factores externos; la composición de la vegetación acuática a su vez es un elemento que también interactúa e influye en las características y parámetros de los sitios en donde se distribuyeron las asociaciones vegetales. (Walker, 1971; Crowder, 1977; Carpenter, 1981).

Se puede destacar que el comportamiento de la vegetación acuática en relación con los parámetros fisicoquímicos registrados es del todo subjetiva, ya que para establecer una relación más concreta es necesario un mayor número de muestreos de los que en este trabajo se efectuaron tanto en espacio y tiempo, aun cuando diversos

autores si han establecido relaciones objetivas entre los distintos parámetros que se mencionan aquí con las especies registradas en la laguna, la presencia de determinada especie de un sitio en relación a otro, suele sobrelaparse, dificultando su separación en cuanto a su desarrollo con relación a determinada característica fisicoquímica del lago.

Se puede decir que las especies con amplia distribución y por consiguiente una amplia tolerancia, son las que mejor se establecen y desarrollan bajo condiciones ecológicas muy diversas e inclusive de perturbación, como la mayoría de las especies de hidrófitas enraizadas emergentes y libres flotadoras que se desarrollan en la laguna.

No obstante, no se debe perder de vista la importancia de la química del agua, que como una parte del complejo en la interrelación con otros factores físicos, bióticos y abióticos son los que determinan finalmente la distribución vegetal.

La fuerte influencia de los asentamientos humanos sobre los recursos acuáticos de la laguna, ha ocasionado por un lado un desbalance hidrológico de la cuenca con la consecuente pérdida de profundidad y extensión de las zonas inundadas, que da como resultado la supresión de hábitats y comunidades acuáticas.

De continuar esta tendencia, es posible que en pocos años desaparezca esta laguna de manera irreversible, con la pérdida de los recursos bióticos, concretamente el recurso vegetal.

Sin embargo, aún es tiempo de tomar las medidas adecuadas para la protección, conservación y aprovechamiento de los recursos de la laguna, estas acciones deben ir encaminadas a un manejo integral de la laguna, en donde se realicen estudios a corto, mediano y largo plazo, especialmente en el mejoramiento de la calidad del agua que llega a la laguna y el tratamiento del agua para uso agrícola y propuestas de alternativas de producción pesquera, agrícola, recreativa y turística.

Finalmente, no obstante el impulso y la necesidad que se ha presentado en los últimos años por conocer nuestros recursos florísticos a nivel local, regional y estatal, los estudios desarrollados de flora y vegetación acuática vascular presenta todavía un rezago en relación al desarrollo de estudios de la flora y la vegetación terrestre en las distintas áreas de estudio como serían la ecología, la fitogeografía, la bromatología, la propagación, conservación y usos de las plantas acuáticas, situación que tiene la

agravante de la desaparición o alteración muy acelerada de los diversos medios acuáticos en nuestro país.

Es este trabajo una aportación al conocimiento de los recursos bióticos de la laguna de Yuriria y queda como antecedente en apoyo a posteriores trabajos.

BIBLIOGRAFIA.

- Alvarez del Villar, J. 1981. Pláticas hidrobiológicas. ed. CECSA, México.
- APHA, AWWA, WPCF. 1980. Standar Methods for Examination of Water and Wastewater.
- Barko, J. W. & Smart, R.H. 1986. Sediment related mechanisms of growth limitation in submersed macrophytes. *Ecology* 67(5): 1328 - 1340.
- Barnes, R.B. et al. 1945. Flamephotometry: a rapid analytical method. *Ind. Eng. Chem. An. Ed.* 17: 605.
- Borges, A.M., Gómez, H.S.M., Gutiérrez, C.A., Hinojosa R.M.M. y Villarreal, A.O.J. 1984. Macrófitas acuáticas en el lago de Chapala, Jalisco. Informe de Servicio Social, U.A.M. Iztapalapa. México D.F. pp. 43.
- Boston, H.L.; Adams, M.S. & Madson J.P. 1989. Photosynthetic strategies and productivity in aquatic systems. *Aquatic Bot.* 34 25 - 57.
- Bouyoucos, G.C. 1963. Direction for making mechanical analisis of soil by hidrometer. *Method. Soil. Sci.*42: 25 - 30.
- Bray, H.R. & Kurtz, T.L. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil. Sci.* 59: 439 - 445.
- Carpenter, S.R. 1981. Submersed vegetation: an internal factor in lake ecosystem succesion. *The American Naturalist* 118(3): 372 - 383.

- Chapman, H.D. & Pratt, P.F. 1973. Métodos de análisis de suelos, plantas y agua. Ed. Trillas S.A., México D.F. pp. 195.
- Chávez, H.L.E. 1986. Estudio de las dicotiledóneas acuáticas y subacuáticas de los estados de Tabasco y Quintana Roo. Servicio Social, U.A.M. Iztapalapa. México D.F.
- Cole, G.A. 1975. Textbook of limnology. The C.V. Mosby Comp. Sci. 42: 25 - 30.
- Collins, C.D.; Sheldon, R.B. & Boylen, C. W. 1987. Littoral zone macrophytes community structure, distribution and association of species along physical gradients in lake George, New York U.S.A. Aquat. Bot. 29: 177 - 194.
- Cook, C.D.K. 1974. Water plants of the World. A manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes. Dr. W. Junk b.v. Publishers. The Hague, England. pp. 561.
- Correl, D.S. & Correl, H.B. 1972. Aquatic and Wetland. Plants of Sothwestern United States. Vol. I y II. environmental Protection Agency. Washington D.C. USA. pp. 1777.
- Crowder, A.A.; Bristow, J. M. & King, M.R. 1977. Distribution, seasonality and biomass of aquatic macrophytes in lake Opinicon (Eastern Ontario). Naturaliste Can. 104: 441 - 456.
- Dale, H.M. & Guillespie, T.J. 1977. The influence of submerged aquatic plants on temperatures gradients in shallow water bodies Can. J. Bot. 55: 2216 - 2225.
- Dalton, P.A. & Novelo, R.A. 1983. Aquatic and wetland plants of the Arnold Arboretum. Arnoldia 43 (2) 1: 37 - 44.

- DETENAL, 1984. Cartas temáticas escala 1:50,000; Topografía, Geología, Hidrología, Edafología, Clima, Uso de suelo. Clave Valle de Santiago y Moroleón, Michoacán F14C73, F14C83. Comisión de Estudios del Territorio Nacional.
- Fasset, N. C. 1969. A manual of aquatic plants. The University of Wisconsin Press. Wisconsin, USA. pp.405.
- Fernández E.E. 1970. La contaminación del Valle de México. IMRNR. México.
- Fortner, S.L. & White, D.S. 1988. Interstitial water patterns: a factor influencing the distribution of some lotic aquatic vascular macrophytes. *Aquat. Bot.* 31: 1 - 12.
- García, E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía U.N.A.M. México D.F.
- Gómez-Pompa 1972. Estudio preliminar de la vegetación y la flora en la región de laguna Verde, Veracruz. U.N.A.M. México.
- Godfrey, R.K. & Wooten, J.W. 1979. Aquatic and Wetland plants of Southwestern United States. Monocotyledons. Athens The University of Georgia Press. pp. 712.
- _____ 1981. Aquatic and Wetland plants of Southwestern United States. Dicotyledons. Athens The University of Georgia Press. pp. 933.
- Good, E.R., Whigham, F.D. and Simpson, L.R. 1978. Freshwater wetlands. Academic Press. New York. pp. 378.
- Gorham, E. 1974. the relationships between standing crop in sedge meadow and summer temperature. *J. Ecol.* 62(1): 487 - 491.

- Grace, J.B. 1988. The effects of nutrient addition on mixtures of Typha latifolia L. and T. domingensis Pers. along water - depth gradient. *Aquat. Bot.* 31: 83 - 92.
- Guía turística, histórica y geográfica de México. Centro norte (Guanajuato). 1984. Promexa México, D.F. Vol. 9.
- Gutiérrez, B.C. 1985. Descripción de la vegetación de la zona inundable de Nevería, Veracruz. Tesis. Fac. Cien. Biol. Univ. Ver. pp. 96.
- Guzmán, C.J.J. 1985. Cronista de la ciudad de Yuririapúndaro. 4a. edición. p. 69 - 71.
- Hartog, C.D. & Segal, S. 1964. A new classification of water-plant communities. *Acta Bot. Neerl.* 13: 367 - 393.
- Hutchinson, G.E. 1975a. A treatise on Limnology. I. Geography, physics and chemistry. John Wiley & Sons. Inc. New York. pp. 1015.
- Hutchinson, G.E. 1975b. A treatise on Limnology. III. Aquatic macrophytes and attached algae. John Wiley & Sons. Inc. New York. pp. 660.
- Iversen J. 1936. Biologische Planzetypen als Hilfsmittel in der Vegetations forschung. Thesis. University of Copenhagen.
- Izaguirre, M.M., Dominguez, C.E. y Vaca Alatorre A. 1979. Geografía moderna del estado de Guanajuato. Ediciones del gobierno de Guanajuato. pp. 303.
- Jackson, M.L. 1964. Análisis químicos de suelos. Ediciones Omega S.A. Barcelona pp. 622.

Jones, R.L. 1977. Factors controlling phytoplankton production and succession in highly eutrophic lake (Kinney Bay Loug Neagh) I. phytoplankton community and its environment. *Journ. Ecol.* 65: 547 - 559.

Kathleen, A.B. 1987. Estudio de las aves acuáticas y limnícolas de la laguna de Chapala, Jalisco y laguna de Yuriria, Guanajuato. *Fac. de Ciencias: en Resúmenes del IX Congreso Nacional de Zoología.* Villahermosa , Tabasco. pp.70.

Leadley, B. 1971. *Ecology of freshwater.* Harvard University. Press. Massachusetts U.S.A.

Lot, H.A. 1971. Estudio sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver.; *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx. Ser. Bot.* 42 (1): 1 - 48.

_____ 1982. Tracheophyta. Aquatic Biota of México, Central America and West Indies. En: S.H. Hulbert and Villalobos Figueroa (eds.) *Sn. Diego, California.* pags. 33 - 41.

_____ & Novelo, R.A. 1978. Laguna de Tecocomulco, Hgo. Guías botánicas de excursiones en México. *Soc. Bot. de México A.C.* pp. 19.

_____ 1988. Vegetación y flora acuática del lago de Patzcuáro, Michoacán, México. *The Southern Naturalist* 33(2): 167 - 175.

_____ 1989. El pantano de Tabasco y Campeche la reserva más importante de plantas acuáticas de Mesoamérica. en *Memorias del Simposio Internacional sobre Ecología y Conservación del Delta de los rios Usumacinta y Grijalba.* INIREB División Regional Tabasco. Estado de Tabasco p. 537 - 547.

-
1990. Forested Wetlands of Mexico. en *Ecosystems of the World 15. Forested Wetlands*. Elsevier, New York USA. p. 287 - 298.
- Lot, A.; Novelo, A. & Ramírez P. 1986. Listados Florísticos de México. V. Angiospermas Acuáticas Mexicanas 1. Instituto de Biología , U.N.A.M. pp. 60
- Lot, H.A. & Chiang, F. 1986. Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México A.C.
- Margalef, R. 1983. Limnología. 4a edición, ed. Omega, Barcelona. pp. 1010.
- McKee, K.L. & Mendelson J.A. 1989. Response of freshwater marsh plant community to increased salinity and increased water level. *Aquat. Bot.* 34: 307 - 316.
- McVaugh, F. 1983. Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the Vascular Plants of Western Mexico. Vol 14. Gramineae. Ann Arbor The University of Michigan Press. pp. 436.
- McVaugh, R. 1984. Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the Vascular Plants of Western Mexico, Vol 12. Compositae. Ann Arbor The University of Michigan Press. pp. 1157.
- Menéndez, L.F.J. 1976. Los manglares de la laguna de Sontecomapan, los Tuxtlas, Veracruz. Estudio florístico - ecológico. Tesis. Fac. de Ciencias. U.N.A.M., México. pp. 114.
- Miranda, A.G. 1980. Plantas acuáticas útiles del Valle de México. Tesis. Fac. de Ciencias. U.N.A.M., México. pp. 180.

- Moreno, N.P. 1984. *Glosario Botánico Ilustrado*. ed. CECSA. México D.F. pp.300.
- Moss, B. 1973. The influence of environmental factors on the distribution of freshwater algae: An experimental study II. The role pH and the Carbon dioxide - bicarbonate system. *J. Ecol* 61 : 157 - 177.
- Moyle B.J. 1945. Some chemical factors influencing the distribution of aquatic plantas in Minnesota. *Amer. Midl. Naturalist* 34: 402 - 420.
- Niche, F.; Jiménez Q.C.; López, P.L.; Sobrino, F.A. y Solana, R. 1981. Estudio biológico del charal (*Chirostoma jordani* [woulman]) en la laguna de Yuriria, Gto. Servicio Social, U.A.M. Iztapalapa. *Memorias del VI Congreso de Zoología, Cuernavaca, Morelos*.
- _____ & Lot, H.A. 1988. Importancia de la vegetación acuática en los ecosistemas naturales. en *Memorias del Simposio Internacional sobre Ecología y Conservación del Delta de los rios Usumacinta y Grijalba. INIREB División Regional Tabasco. Estado de Tabasco* p. 5 - 14.
- _____ & Gallegos M.M. 1988. Estudio de la flora y la vegetación acuática relacionada con el sistema de Chinampas en el sureste del Valle de México. *Biótica* (13) 1 y 2: 121 - 139.
- Orozco Segovia, A.L. & Lot, H.A. 1976. La vegetación de las zonas inundables del sureste de Veracruz. *Biótica* 1 (1): 1 - 44.
- Pip, E. 1979. Survey of the ecology of submerged aquatic macrophytes in Central Canada. *Aquat. Bot.* 7: 339 - 357.

- Pip, E. 1989. Water temperature and freshwater macrophyte distribution. *Aquat. Bot.* 34: 367 - 373.
- Quiróz, F.A.; Miranda, A.M.G. y Lot, H.A. 1982. Uso potencial de algunas hidrófitas como abono verde en la zona chinampera de Xochimilco. *Biótica* 7 (4): 631 - 633.
- Ramírez García, P. 1983. Estudio de la distribución y producción de la vegetación acuática en 6 lagos cráter de Puebla. Tesis. E.N.E.P. Zaragoza, U.N.A.M. México, D.F. pp. 29.
- Ramírez, G. P. & Novelo, R.A. 1984 (1986). La vegetación acuática vascular de 6 lagos cráter del estado de Puebla, México. *Bol. Soc. Bot. de México.* 46: 75 - 88.
- Reid, K. and Wood, D. 1976. *Ecology of inland waters and stuaries.* 2a edición. D.Van. Norstrand, New York. pp. 485.
- Reitmer, R.F. 1943. Semimicroanalysis of saline soil solution. *Indus. Eng. Chem. Anal. Ed.* 15: 393 - 402.
- Rico-Gray, V. 1979. El mangla de la laguna de la Mancha, Veracruz; estructura y productividad. Tesis. Fac. de Ciencias. U.N.A.M. México, D.F. pp. 29.
- _____ 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste del estado de Campeche, México: Los Petenes. *Biótica* 7 (2): 171 - 190.
- _____ & Lot, H.A. 1983. Producción de hojarasca del manglar de la laguna de la Mancha, Veracruz, México. *Biótica* (8) 3: 295 - 301.
- Ringuelet, R.A. 1962. *Ecología acuática continental.* ed. EUDEBA, Argentina. pp. 138.

Rojas, M.J. 1991. Estudio de la flora y vegetación acuática de la laguna de Cuitzeo, Michoacán. Tesis. Facultad de Ciencias UNAM pp. 78.

Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Ed. LIMUSA, México D.F. pp.431.

_____ & de Rzedowski, G.C. 1979. Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol. I Ed. C.E.C.S.A., México, D.F. pp. 403.

_____ 1985. Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol. II. Ed. C.E.C.S.A., México, D.F. pp. 674.

_____ 1990. Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol. III. Ed. C.E.C.S.A., México, D.F. pp. 494.

Ruíz, C.N.J. 1977. Estudio parcial de la vegetación sumergida de la laguna de Agiabambo, Son., Sin. Tesis. Fac. de Ciencias U.N.A.M. México, D.F. pp. 154.

SAHOP. 1980. Ecoplan del estado de Guanajuato. pp. 360.

SAHOP. 1971. Ecoplan del municipio de Yuriria, Guanajuato. pp. 8.

Sand - Jensen, K. 1989. Environmental variables and their effect on photosintesis of aquatic plant communities. Aquat. Bot. 34: 5 - 25.

SARH. 1976. Presas construidas en México. ed. Resendiz. México D.F.

Sculthorpe, C.D. 1985. The Biology of Aquatic Vascular Plant. Edward Arnold (Publishers) Ltd. London. Reprint 1985. pp. 610

- Sheen, R.T.; Kahler, H.L. & Ross, E.M. 1935. Turbidimetric determination of sulfate in water. *Ind. Eng. Chem. Anal.* 7: 262.
- Snyder, R.L. & Boyd, C. E. 1987. Evapotranspiration by Eichhornia crassipes (Mart.) Solms. and Typha latifolia L. *Aquat. Bot.* 27: 217 - 227.
- SSP., 1980. *Síntesis Geográfica del Estado de Guanajuato*. pp. 160.
- Sutton, D.L. 1983. Aquatic plant competition. *Aquatic* 5:10 - 14.
- Sutton, B.D. & Harmon, D.N. 1986. *Fundamentos de Ecología*. ed. Limusa, México.
- Tomlinson, P.B. 1983. The biology of aquatic plants. *Arnoldia* 43 (2): 3 - 6.
- Vallentyne, J. 1978. *Introducción a la Limnología*. ed. Omega. Barcelona. pp. 169.
- Vazquez Yanes, C. 1971. La vegetación de la laguna de Mandinga, Veracruz. *An.Inst.Biol. Univ.Nac.Autón.Méx. Ser.Bot.* 42: 49 - 94.
- Vera-Herrera, F.R.; Rojas-Galaviz, J.L.; Guzmán, A.M. 1981 Estudio de la presa (Vicente Guerrero (1976/1977) I. Morfometría, temperatura del agua y oxígeno disuelto. *An. Inst. Cien. del Mar y Limnol. U.N.A.M. México* 8(1): 159 -174.
- Villalobos, J.C.; Ramírez, E.D. y Cruz, N.J. 1978. *Bibliografía pesquera*. Vol. 1, primera edición. Departamento de pesca, México, D.F.
- Walker, B.H. & Wehrhahn, C.F. 1971. Relationships between derived vegetation gradients and measured environmental variables in saskatchewan wetlands. *Ecology* 52(1): 85 - 95.

Walkley, A. 1947. A critical examination of rapid Method for determining organic carbon on soil constituents. Soil Sci. 63: 252 - 264.

Wander, Z.W. 1942. Photometric determination of potassium. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 14: 471. Eng. Chem. Anal. Ed. 14: 471.

Welch, P.S. 1952. Limnology. 2a edición. Mc Graw-Hill. New York, pp. 538.

Wetzel, R.G. 1981. Limnology. 3a edición. Saunders Philadelphia, pp. 743.

Wooten, J.W. 1973. Edaphic factors in species and ecotype differentiation of *Sagittaria*. Journal Ecol. 61: 151 -156.