

1989-1994
086397064

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



FITOPLANCTON DE LA LAGUNA DE ZAPOTLAN, JALISCO.

TRABAJO DE TITULACION EN LA MODALIDAD DE:

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGIA

PRESENTA :

MARIA ELENA VELASCO NAVARRO

LAS AGUJAS, NEXTIPAC, ZAPOPAN, JALISCO. 2004.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

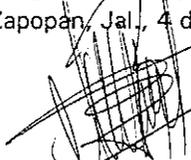
COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. MARÍA ELENA VELASCO NAVARRO
PRESENTE.**

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **TESIS E INFORMES** opción **Tesis** con el título: "**Fitoplancton de la laguna de Zapotlán, Jalisco**", para obtener la Licenciatura en Biología.

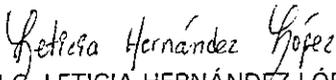
Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado/a como Director de dicho trabajo el/la **M.C. MA. DEL REFUGIO MORA NAVARRO** y como asesor/a el/la **DR. MANUEL GUZMÁN ARROYO**.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
Las Agujas, Zapotán, Jal., 4 de marzo del 2004



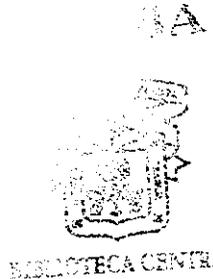
DRA. MÓNICA ELIZABETH RIQUEAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA


M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

c.c.p. **M.C. MA. DEL REFUGIO MORA NAVARRO**.-Director del Trabajo
c.c.p. **DR. MANUEL GUZMÁN ARROYO**.-Asesor del Trabajo
c.c.p. Archivo

MERL/LHL/mam



C. DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
 PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION
 DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
 DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 PRESENTE.

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Titulación: Tesis, que realizó la pasante: MARÍA ELENA VELASCO NAVARRO Código: 086397064 con el Título: FITOPLANCTON DE LA LAGUNA DE ZAPOTLAN, JALISCO. Consideramos que ha quedado debidamente concluida , por lo que proponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y, en su caso, programación de fecha del examen respectivo.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Las Agujas, Zapopan, Jal., 24 de marzo del 2004

EL DIRECTOR DEL TRABAJO



EL ASESOR

[Firma manuscrita]
 NOMBRE Y FIRMA
 M.C. MARIA DEL REFUGIO MORA NAVARRO

COORDINACION DE LA CARRERA DE
 LICENCIADO EN BIOLOGIA

[Firma manuscrita]
 NOMBRE Y FIRMA
 DR. MANUEL GUZMAN ARROYO

SINODALES

APROBADO FECHA

- 1.- M. C. Elva Gpe. Robles Jarero
 - 2.- Dr. Eduardo Ríos Jara
 - 3.- M. C. Aurora Rosas Ramírez
- SUPL. Q. F. B. Cinthya Temores Ramírez

[Firma] 24/III/04
[Firma] 20/III/2004
[Firma] 31 de Marzo 2004
[Firma] 25/III/04

Dedicatorias

A Luis Antonio y Luis Arturo con amor.

A mis padres Enrique y Elisa con cariño.

A mi maestra Ma. del Refugio Mora con gran cariño y admiración.

A la primera de los hongos (Lulu)

A mis hermanos Lety, Quique, Rocio, Edith, Lupita, Nano, Ceci, Lulu.
Con cariño.

A mi madrina Rosario con cariño, por su apoyo incondicional.

Agradecimientos

A Dios

Por darme la vida y permitirme llegar hasta este momento.

A mis padres

Por el gran sacrificio que hicieron para que pudiera realizar mi carrera y por todo lo que me han dado.

A mi esposo

Por su paciencia y comprensión.

Al director de tesis

M. en C. Ma. del refugio Mora navarro, de manera muy especial por brindarme la oportunidad de realizar la tesis, por su apoyo incondicional, su tiempo, sus valiosas enseñanzas y por su gran amistad.

Al Dr. Manuel Guzmán Arroyo, por su asesoría para la realización de este trabajo.

A la Maestra Ma. Del Refugio Vázquez, por su ayuda en la elaboración de los dibujos de las microalgas en este trabajo.

A los sinodales

Dr. Eduardo Rios Jara, M. en C. Elva Gpe. Robles J., M. en C. Aurora Rosas Rmz. Y Q. F. B. Cinthya Temores Rmz. Por su ayuda y contribuciones para el mejoramiento de este trabajo.

A todas las personas que de una u otra forma ayudaron en la realización de esta tesis.

INDICE

Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Justificación.....	6
Objetivos.....	7
Área de estudio	8
Fig. 1 Mapa, Área de estudio	10
Material y Métodos	11
Fig. 2 Mapa, Estaciones de muestro	12
Resultados	14
Fig. 3 Proporción porcentual de microalgas encontradas por división.....	14
Listado fitoplanctónico de las microalgas de la laguna de Zapotlan, Jal.	15
Parámetros físico-químicos	23
Cuadro 1. Transparencia.....	23
Grafica 4. Transparencia	24
Cuadro 2. Temperatura.....	25
Grafica 5. Temperatura	26
Cuadro 3. Oxígeno.....	27
Grafica 6. Oxígeno	28
Cuadro 4. PH.....	29
Grafica 7. PH.....	29
Generos representativos	30
Grafica 8. Abundancia relativa	31
Cuadro 5. Abundancia relativa de las especies.....	32
Cuadro 6. Crysophytas.....	33
Grafica 9. Representación porcentual de crysophytas.....	33
Cuadro 7. Cyanophytas	34

Figura 10 Representación porcentual de cyanophytas	34
Cuadro 8. Clorophytas	35
Figura 11. Representación porcentual de clorophytas	35
Cuadro 9. Euglenophytas	36
Representación porcentual euglenophytas.....	36
Cuadro 10. Pirrophytas.....	37
Cuadro 11. Concentrado taxonomico	37
Discusiones	38
Conclusiones	39
Bibliografía	40
Anexos	43
Figura 13. Lamina 1.Crysophytas	44
Figura 14. Lamina 2. Cyanophytas	45
Figura 15. Lamina 3. Chlorophytas	46

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un listado fitoplanctónico de la laguna de Zapotlán, Jalisco durante el periodo de febrero a octubre de 1994; para este fin se realizaron muestreos de fitoplancton cada dos meses en 8 estaciones de la laguna, distribuidas uniformemente; midiéndose parámetros físico-químicos como temperatura, oxígeno disuelto, transparencia y pH.

En los muestreos bimensuales realizados en todo el lago se obtuvieron 40 muestras de los cuales se contabilizó un total de 14,114 microorganismos fitoplanctónicos que se ubican en cinco divisiones, proporcionalmente se encontraron: 43.27% especies de Crisophyta (diatomeas), 23.07% de Cyanophyta (algas azules), 25% de Chlorophyta (algas verdes), 7.70% de Euglenophyta (algas flageladas) y 0.96% Pirrophyta (dinoflagelados). (Gráfica 1).

Se registro un total de 111 especies, de la cual 48 pertenecen a la división Crisophyta, 28 Chlorophyta, 25 Cyanophyta, 9 Euglenophyta y 1 Pirrophyta, la dominancia estuvo determinada en orden descendente en cada división como sigue: **Crisophyta** *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg), *Fragilaria crotonensis* (Gronow), *Aulacoseira distans* (Ehrenber), *Cyclotella menighiniana* (Kützing) y *Amphora ovalis* (Ehrenberg); **Chlorophyta**, *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) *Crucigenia tetrapedia* (Kirchner), *Ankistrodesmus falcatus* (Corda), *Crucigenia quadrata* (Morren); **Cyanophyta**, *Microcystis aeruginosa* (Kützing); **Euglenophyta** *Euglena acus* (Ehrenberg); y **Pirrophyta** *Peridinium sp.* (Rioja).

La transparencia fluctuó de 30 cm. a 2 m., la transparencia media vario de 1.12 m. a 76.8 cm. La temperatura del agua vario de un mínimo de 18 °C a 26 °C, el promedio general de la temperatura fue de 21.9 °C. El oxígeno disuelto vario de un mínimo de 0.3

mg/l a 6.7 mg/l, el promedio general del oxígeno superficial fue de 2.5 mg/l. El pH vario de 6.8 a 8.2, el promedio general del pH fue de 7.2.

Con base en los resultados obtenidos se presenta el primer listado taxonómico de microalgas de la laguna de Zapotlán.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la población humana y el desarrollo agrícola e industrial ocasionan una considerable demanda en el uso del agua. A medida que una población crece y se desarrolla, los problemas se tornan mas complejos; las aguas subterráneas se hacen insuficientes y con mayor frecuencia las poblaciones se vuelven a lagos, corrientes y depósitos para aprovisionarse de agua. Las aguas subterráneas están sustancialmente libres de organismos capaces de provocar alteraciones mientras que las aguas superficiales contienen siempre muchos organismos que complican el aprovisionamiento de agua potable (Palmer, 1962).

Cuando se hace un análisis de este tipo es necesario tomar en cuenta el concepto de cuenca hidrográfica, tomando a ésta como "una unidad natural definida por límites topográficos y geológicos que permiten delimitar territorialmente un área de drenaje común, el cual va a confluir en un río, lago o laguna". En esta área interactúan en un proceso permanente y dinámico tres subsistemas : el físico (clima, roca, suelo, agua), el biótico (la vegetación y la fauna), y el socioeconómico (el hombre con su actividad productiva) (Palmer, 1962).

La vegetación acuática esta formada principalmente por algas que se definen como un conjunto extremadamente variable, heterogéneo y complejo de grupos de organismos autótrofos que realizan fotosíntesis a partir de la clorofila liberando oxígeno; son cosmopolitas y en general tienen la capacidad de colonizar cualquier medio ambiente (González, 1994).

Las algas son habitantes comunes de aguas poco profundas y se encuentran en todo suministro de agua expuesto a la luz del sol. Aunque algunas algas se encuentran en el suelo y en superficies al aire libre, en su

mayoría son acuáticas y crecen en el agua de estanques, lagos, depósitos, corrientes y océanos. Pueden ser macroalgas y microalgas a estas últimas se les conoce por su capacidad de generar olores, sabores y de taponar los filtros de arena; además tienen importancia por su capacidad para modificar el pH, el color, la turbiedad, algunas son perjudiciales, otras en cambio pueden aprovecharse para mejorar la calidad del agua, generan grandes cantidades de materia orgánica en el agua, las microalgas en pequeña concentración suele considerarse beneficiosa mas que inconveniente en las aguas crudas (Palmer, 1962).

Otra importancia conocida es la de ser productores primarios de oxígeno de la biosfera, se considera que las microalgas planctónicas que se encuentran flotando libremente fijan varios miles de millones de toneladas de carbono al año en las masas de agua oceánica y continentales (González, 1992)

La situación actual de la laguna de Zapotlán obedece a condiciones naturales como es el ciclo de lluvias y las condiciones artificiales que son: las obras, usos y acciones humanas, su principal problema es la descarga de aguas negras, que provienen de la población, conjuntamente con el lavado de las tierras agrícolas y ganaderas que llevan fertilizantes y pesticidas, incrementando en la laguna el exceso de nutrientes (eutroficación) que se refleja en la proliferación de las malezas acuáticas (lirio y tule) que invaden la laguna y terminan por secarla. Esto provoca una disminución de la capacidad de almacenamiento de agua, ya que los sedimentos arrastrados por los drenajes agrícolas y urbanos del valle de Ciudad Guzmán, hacia el lago se acumulan en el fondo disminuyendo el espejo de agua, aunado a la evotranspiración de las malezas; la superficie del lago, se encuentra en interacción con la atmósfera en

un intercambio térmico y de vapor de agua, propiciando la estabilidad climática de amplias zonas. La laguna debe tener una gran capacidad de aportar vapor de agua a la atmósfera para mantener un balance de agua y por lo tanto el ciclo hidrológico adecuado, que se manifiesta con lluvias regulares en la zona cerrando así un ciclo

Podemos decir que la influencia del lago en el clima local es determinante, el clima agradable de la zona ha venido cambiando en los últimos años, en el futuro las consecuencias se reflejarán no solo los cambios climáticos, sino en la producción agropecuaria y en los índices de salud y bienestar humano.

Lo anterior es producto de las diferentes actividades en las cuales no se ha hecho una planeación adecuada, reflejándose esto en un uso inadecuado de los recursos naturales, sumando a todo esto la presión demográfica sobre el área de la cuenca la explotación agrícola extensiva y nómada en terrenos inclinados, y sin criterios de conservación.

ANTECEDENTES

México esta en una región con un amplia riqueza biológica y desde tiempos remotos, sus pobladores supieron explotar, para su beneficio los recursos vegetales y animales. Las algas también forman parte de esa riqueza natural, estas se conocen en México desde la época de la colonia, ya que los mexicas tenían un manejo adecuado y eficiente de especies algales dulceacuícolas, según se menciona en diversos códigos; como en el florentino, el mendocino y el código matricula de tributos (Ortega,1987). El estudio taxonómico de estos organismos es muy escaso; no se cuenta con una tradición en el desarrollo de un inventario, está apenas iniciándose, a pesar de la tradición y desarrollo de otras áreas de la botánica mexicana (González, 1992).

Aunque México no se caracteriza por ser un pueblo tradicionalmente consumidor de algas, como sucede en algunos países asiáticos, también fueron utilizadas por sus habitantes en los siguientes tópicos: comestibles, medicinales y sanitarios, indicadores biológicos, mejoramiento de los suelos, industriales, alimento para el cultivo de peces, combate de insectos y otros (Ortega, 1994)

Existen muchos estudios ficoflorísticos de ambientes lénticos a nivel mundial, en su gran mayoría referidos a trabajos limnológicos de zonas templadas por ejemplo Prescott, (1962); en México dentro del proyecto flora ficológica del Pánuco, se tiene una tesis referida a cuerpos de aguas temporales (charcos), de la región oriental y sur de la cuenca (Margain, 1981); dentro del proyecto flora ficologica del Papaloapan, existe una tesis sobre la ecología de la ficoflora en la presa Miguel Alemán (Figueroa, 1984), quien cita otros trabajos realizados en lagos del valle de México.

(En la laguna de Zapotlán no se han realizado estudios fitoplanctónicos); en Jalisco se conoce un estudio en el lago de Chapala, Jal. realizado por Núñez y Reyes (1995), donde reportan 74 géneros y 136 especies, considerando las especies *Microcystis aeruginosa* Kützing, *Planctonema lauterbonii* Prescott y *Closterium spp.* Ancona, como dominante durante el periodo de febrero a mayo de 1989, 1990 y 1991; en este trabajo se reportó que la división Chlorophyta dominó con un 42.58%. Campos (1995), en el periodo agosto 1993- julio 1994 registró 66 géneros y 128 especies en la presa "Ing. Elías González Chávez. Ortega (1994), reporta para el estado de Jalisco: 2 géneros en el lago de Chapala, 2 géneros en el río Primavera, 17 géneros a Río Grande, Chapala, Jal. y 2 géneros de la barranca de Oblatos.

JUSTIFICACIÓN

Los métodos actuales de eliminación de desperdicios, aumentan los problemas en los aprovisionamientos de agua. El número y clase de algas y otros organismos que crecen en aguas superficiales depende de las condiciones ambientales. Los fertilizantes, así como aguas negras y desperdicios orgánicos, aumentan enormemente la productividad de las aguas y el crecimiento de algas y otros organismos planctónicos, muchos de los cuales causan dificultades cuando se hacen abundantes.

La laguna de Zapotlán, Jal. es de gran importancia para la región dentro de la cuenca, ya que es reguladora del ciclo hidrológico, y conforma parte de los mantos freáticos y constituye un hábitat importante para la fauna acuática. Pero a través del tiempo, dadas las actividades que se realizan en esta región el destino final de gran parte de desecho es la laguna; por lo tanto su contaminación es alta. Estas formas de contaminación son variadas, principalmente con las aguas negras que vierten los dos municipios (Ciudad Guzmán y Gómez Farías, Jalisco) que dañan las actividades dinámicas del cuerpo de agua (pesca). A todo esto se le suma el azolvamiento de la laguna, originado por las prácticas agrícolas no adecuadas del uso de los suelos: actualmente esta región esta sujeta a varios procesos de deforestación y en consecuencia de erosión, lo que provoca cambios en las condiciones hidrológicas. Particularmente, el lago de Zapotlán sufre problemas de azolvamiento y contaminación por desechos urbanos, entre otros.

Considerando que el fitoplancton es un indicador de las condiciones del agua de la laguna y dado que no existe ningún reporte de las mismas, se realizó el primer listado fitoplanctónico de la misma.

OBJETIVO

Determinar las especies de fitoplancton de la laguna de Zapotlán Jal.

META

Elaborar un listado e incrementar la colección de las microalgas de la laguna de Zapotlán, Jalisco, en el herbario Ficológico del IBUG (Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara).

AREA DE ESTUDIO

La laguna de Zapotlán se encuentra localizada al sur de Jalisco ubicada entre las coordenadas geográficas 19° 35' y 19° 54' de latitud norte y las coordenadas 103° 25' y 103° 36' de longitud oeste, colindando al norte con la laguna de Sayula, al sur con la región agrícola de Huescalapa, al oriente con la Sierra del Tigre y al poniente con la Sierra de los Volcanes.

La cuenca comprende una superficie aproximadamente de 45,000 hectáreas; su topografía es montañosa en un 50% con un valle en la parte central que contiene la laguna. Actualmente el cuerpo de agua cuenta con una superficie de 1,100 hectáreas; con un almacenamiento de 20 millones de metros cúbicos se encuentra en los municipios de Cd. Guzmán y Gómez Farías, ambas con una población conjunta de 150,000 habitantes; quizá la mayor importancia de esta cuenca radica que en ésta se localiza la laguna de Zapotlán, en cuyos márgenes se asienta Cd. Guzmán, segunda ciudad en importancia del estado de Jalisco (Ayuntamiento de Cd. Guzmán, 1994).

Las actividades comerciales que se desarrollan en esta cuenca, comprenden: pesca, agricultura extensiva y nómada mayormente de temporal en terrenos de fuertes pendientes, salvo algunas áreas de riego. La ganadería se destaca porque ha desarrollado una importante actividad lechera tanto en el valle, como en las montañas bajo pastoreo extensivo.

La actividad industrial consiste de microindustrias agropecuarias; una fábrica de cerillos, una de chocolates, varias de subproductos lácteos, dos pasteurizadoras, una calera, algunas curtidurías, fábrica de cartón y varios aserraderos. Dentro del ramo artesanal se encuentran las industrias familiares del tule, ladrilleras, cerámicas, talabarterías, etc.

La laguna se encuentra en una cuenca cerrada, sus aguas no tienen salida. está alimentada por arroyos intermitentes. como los de Agua Escondida, Agua Buena, Las Carboneras, El Capulan, Piedra Ancha, La Tijera, Los Manzanitos, Barranca del Cristo, Rincón de Vigos, y Atequizayán y arroyos de la montaña Oriente, Chuluapan, La Catarina y Los Guayabos. De acuerdo a la clasificación de climas (García, 1975), el clima de la cuenca corresponde al tipo (A)c (Wo) a (i) semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con un porcentaje de lluvias invernales menor al 5% del total anual, la temperatura media del mes de junio es de 22.9 °C. (el mes más caliente) y la oscilación térmica de 5.9 °C. La precipitación promedio de la cuenca es de 700 mm anuales. (Guzmán, 1994) (figura 1.)

N

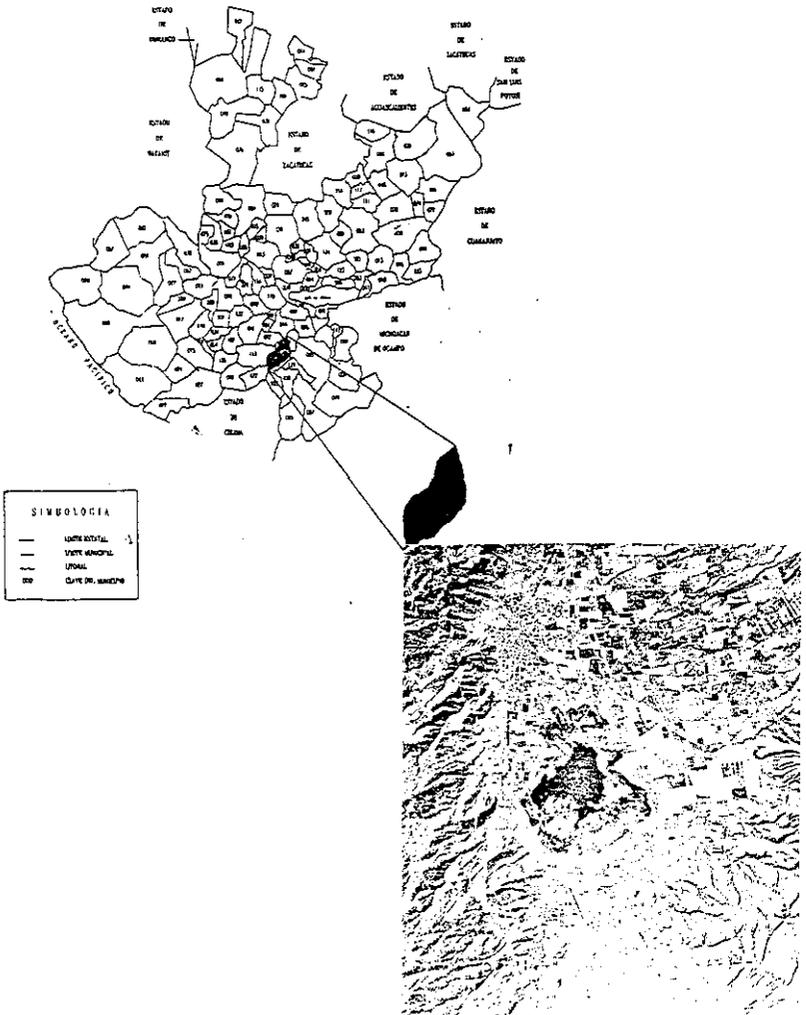


Figura 1. Mapa de localidad, laguna de Zapotlan, jal.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología se divide en tres partes:

CAMPO:

Las muestras analizadas fueron colectadas por personal del Instituto de Limnología de la Universidad de Guadalajara; (el muestreo se realizó cada dos meses en el período de febrero a octubre de 1994. Se recolectaron muestras fitoplanctónicas, con una red de plancton cónica de luz de malla de 74 micras y con una boca de 30 cm de diámetro, en 8 estaciones de la laguna. El material biológico se colocó en frascos de vidrio 100 ml. fijando con formol al 4% etiquetándolo con los siguientes datos: número de estación, fecha de colecta y localidad; las muestras colectadas se trasladaron a el laboratorio de Ficología del Instituto Botánico de la Universidad de Guadalajara, (IBUG).

Se estimaron los parámetros fisico-químicos en las 8 estaciones del cuerpo de agua transparencia, oxígeno disuelto, temperatura y pH.(figura 2.); la transparencia se determinó con un disco de sechii, el oxígeno disuelto, la temperatura y el pH se determinaron con un Hidrolab Kaishico.

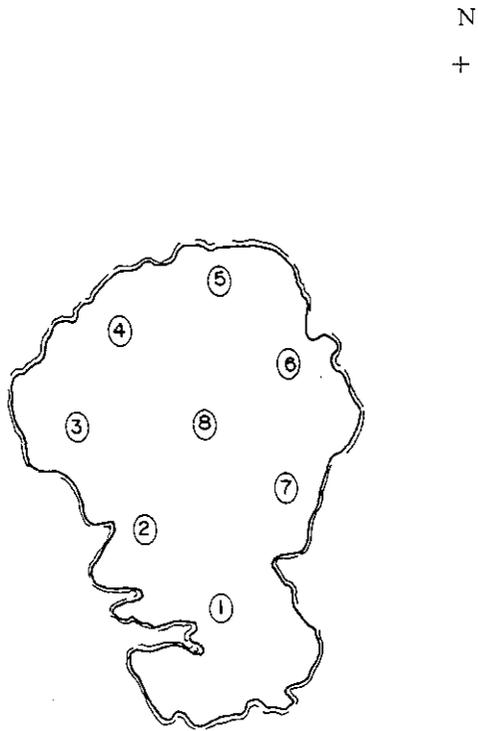


Figura 2. Localización de estaciones de recolecta en la laguna de Zapotlán, Jal.

LABORATORIO:

En el laboratorio se tomaron alícuotas de fitoplancton (una gota con una pipeta Pasteur) de cada muestra colectada y se observaron en un microscopio óptico, su identificación se basó en las claves taxonómicas de Ortega (1984, 1994), Bold (1985), Darley (1987), Espinoza (1982), Krammer y Longe-Bertalot (1986), Bourelly (1972), Ramanathan (1962), Ledezma (1983).

GABINETE:

Los organismos identificados se registraron en una libreta indicando la fecha de colecta, la estación y la abundancia relativa, cuantificando los organismos en cada alícuota observada (abundante, frecuente y ausencia), con estos registros se elaboró un listado taxonómico.)

Para la cuantificación relativa se consideraron los organismos individuales en el caso de presentarse aislados y para los que se presentan en colonias se consideró el número de colonias.

RESULTADOS

De las recolectas bimensuales realizadas en 8 estaciones distribuidas en todo el lago se obtuvieron un total de 40 muestras de las cuales se contabilizó un total de 14, 114 microalgas que se ubican en cinco divisiones, proporcionalmente distribuidas como sigue: 43% especies de Crisophyitas (diatomeas), 23% de Cianophyitas (algas azules), 25% de Clorophyitas (algas verdes), 8% de Euglenophyitas (algas flageladas) y 1% Pirrophyitas (algas dinoflageladas).

(figura 3.)

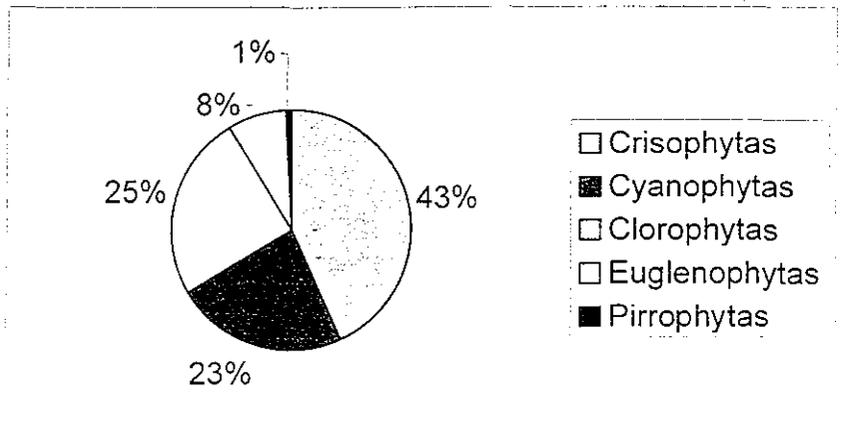


Figura 3. Proporción porcentual de microalgas encontradas por división, en la cual se aprecia una mayor proporción de Crisophytas, compartiendo casi la misma proporción Chlorophytas y Cyanophytas.

Se elaboró un listado taxonómico de las especies encontradas en la laguna de Zapotlán basado en Ortega (1984, 1994), Bold (1985), Darley (1987), Espinoza (1982), Krammer y Longe-Bertalot (1986), Bourelly (1972, 1986), Ramanathan (1962), Ledezma (1983), (Parra – Bicudo 1999).

CHRYSOPHYTA

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Achnanthes

Familia: Achnanthaceae

Achnanthes brevipes (Agardh, 1824)

Cocconeis mexicana (Ehrenberg, 1843)

Rhoicosphenia curvata (Kützing) Grunow (1861)

Orden: Naviculales

Familia: Naviculaceae

Amphora ovalis (Ehrenberg, 1895)

Cymbella cistula (Kützing, 1881)

Cymbella minuta (Hilse ex Rabenhorst, 1862)

Diploneis puella (Schumann, 1894)

Gomphonema affine (Kützing, 1844)

Gomphonema angustatum (Grunow in van Heurck, 1880)

Gomphonema brasiliense (Grunow, 1878)

Gomphonema catena (Ehrenberg, 1864)

Gomphonema gracile (Ehrenberg, 1975)

Gomphonema parvulum (Kützing, 1849)

Gomphonema ventricosum (Gregory, 1856)

Navicula amphioxys (Ehrenberg, 1841)

Navicula bacillum (Ehrenberg, 1838)

Navicula fulva (Nitzsch) Ehrenberg (1830)

Navicula gastrum (Nitzsch, 1844)

Navicula oblonga (Ehrenberg, 1841)

Navicula platalea (Ehrenberg, 1841)

Navicula rhombea (Ehrenberg, 1841)

Navicula rhynchocephala (Ehrenberg) Grunow (1860)

Pinnularia decurrens (Ehrenberg, 1841)

Pinnularia gibba (Ehrenberg, 1841)

Pinnularia sp. (Osorio, 1942)

Stauroneis anceps (Ehrenberg) Cleve (1894)

Familia: Nitzschiaceae

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow (1880)

Nitzschia amphibia (Grunow, 1862)

Nitzschia entomon (Ehrenberg, 1861)

Nitzschia lanceolata (Brebisson) Smith (1853)

Nitzschia linearis (Agardh) Smith (1853)

Nitzschia longissima (Brébisson) Grunow (1862)

Nitzschia sp. (Rioja, 1942)

Familia: Surirellaceae

Surirella elegans (Ehrenberg, 1841)

Surirella nervosa (Schmidt) Mayer (1913)

Familia: Epithemiaceae

Ephitemia zebra (Ehrenberg) Kützing (1844)

Orden: Coscinodiscales

Familia: Coscinodiscaceae

Aulacoseira distans (Ehrenberg) Simonsen (1979)

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen (1979)

Cyclotella meneghiniana (Kützing , 1844)

Orden: Eunotiales

Familia: Eunotiaceae

Eunotia arcus (Ehrenberg, 1837)

Orden: Diatomales

Familia: Diatomaceae

Fragilaria brevistriata (Grunow in Van Heurck, 1885)

Fragilaria capucina (Desmazieres, 1840)

Fragilaria constricta (Ehrenberg, 1843)

Fragilaria construens (Ehrenberg) Grunow (1862)

Fragilaria crotonensis (Grunow, 1892)

Fragilaria sp. (Hoffmann) Samano (1938)

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg (1862)

Clase: Xanthophyceae

Orden: Mischococcales

Familia: Characiopsidaceae

Characiopsis naegelii (Braun) Lemmermann (1849)

Divisiòn: CYANOPHYTA

Clase: Cyanophyceae

Orden: Chroococcales

Familia: Chroococcaceae

Aphanocapsa elachista (West, 1894)

Aphanocapsa grevillei (Berkeley) Rabenhorst (1865)

Aphanothece stagnina (Sprengel, 1865)

Chroococcus limneticus (Lemmermann, 1898)

Chroococcus minutus (Kützing) Nageli (1849)

Chroococcus turgidus (Kützing) Nageli (1849)

Chroococcus varius (Braun in Rabenhorst, 1876)

Dactylococcopsis acicularis (Lemmermann, 1900)

Gloecapsa aeruginosa (Carmichael) Kützing (1843)

Gomphosphaeria aponina (Kützing, 1836)

Merismopedia glauca (Ehrenberg) Nageli (1849)

Microcystis aeruginosa (Kützing, 1846)

Orden: Nostocales

Familia: Nostocaceae

Anabaena spiroides (Klebahn) Forschungsber (1895)

Anabaena sp. (Hoffmann) Samano (1938)

Anabaena variabilis (Kützing ex Bornet, 1888)

Anabaenopsis elenkinii (Miller, 1923)

Nostoc commune (Vaucher ex Bornet, 1888)

Nostoc punctiforme

Familia: Rivulariaceae

Calothrix atricha (Fremy, 1930)

Familia: Oscillatoriaceae

Lyngbya lutea (Agardh) Gomont (1888)

Oscillatoria tenerrima (Samano, 1933)

Oscillatoria subtilissima (Gomont, 1892)

Phormidium fragile (Meneghini) Gomont (1892)

Schizothrix chalybea (Gomont, 1892)

Schizothrix sp. (Gomont, 1892)

División: CHLOROPHYTAS

Clase: Chlorophyceae

Orden: Chlorococcales

Familia: Oocystaceae

Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs (1848)

Ankistrodesmus falciformis (Sokoloff, 1931)

Chlorella saccharophilla (Gerneck Fott (1969)

Chlorella vulgaris (Beijerinck, 1890)

Kirchneriella lunaris (Kirchner) Mobius (1894)

Kirchneriella obesa (West, 1894)

Oocystis elliptica (West, 1892)

Familia: Scenedesmaceae

Crucigenia quadrata (Morren, 1830)

Crucigenia tetrapedia (Kirchner) West (1902)

Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat (1902)

Scenedesmus bicaudatus (Hansgirg) Chodat (1926)

Scenedesmus dimorphus (Turpin) Kützing (1926)

Scenedesmus opoliensis (Richter, 1895)

Scenedesmus quadricauda (Turpin) B rébisson (1835)

Familia: Hydrodictyaceae

Pediastrum duplex (Meyen, 1829)

Pediastrum heptactis (Ehrenberg) Meneghini (1840)

Pediastrum simplex (Meyen, 1829)

Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs (1844)

Pediastrum sp. (De Buen, 1943)

Orden: Desmidiales

Familia: Closteriaceae

Closterium acutum (Brébisson ex Ralfs, 1848)

Closterium gracile (Brébisson ex Ralfs, 1848)

Closterium Kuetzingii (Brébisson, 1848)

Closterium sp. (Ancona, 1933)

Orden: Volvocales

Familia: Chlamydomonadaceae

Chlamydomona globosa (Snow, 1903)

Chlamydomona mexicana (Levin, 1957)

Haematococcus pluvialis (Flotow, 1894)

Orden: Tetrasporales

Familia: Gloeocystaceae

Gloeocystis ampla (Kützing) Rabenhorst (1863)

Orden: Zygnematales

Familia: Zygnemataceae

Spirogyra flavescens (Hassall) Kützing (1849)

División: EUGLENOPHYTA

Clase: Euglenophyceae

Orden: Euglenales

Familia: Euglenaceae

Euglena acus (Muller) Ehrenberg (1830)

Euglena fusca (Klebs) Lemmermann (1970)

Euglena spirogyra (Ehrenberg, 1830)

Euglena sp. (Osorio, 1944)

Phacus acuminatus (Stokes, 1885)

Phacus longicaudus (Ehrenberg) Dujardin (1841)

Phacus tortus (Lemmermann) Skuortzow (1928)

Phacus undulatus (Skuortzow) Pochmann (1942)

Familia: Eutreptiaceae

Eutreptia viridis (Perty, 1852)

División: PIRROPHYTA

Clase: Dinophyceae

Orden: Peridinales

Familia: Peridiniaceae

Peridinium sp. (Rioja, 1940)

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Considerando que la presencia o ausencia de las algas están regidas por algunos parámetros de la laguna de Zapotlán como: transparencia, temperatura del agua, oxígeno disuelto y pH, los resultados de los mismos se encuentran en las tablas del anexo I (1-5)

TRANSPARENCIA

La transparencia fluctuó de 0.30 m. (estación 2; mes de agosto) a 2 m. (estación 6; mes de junio), la transparencia media vario de 1.12 m. en febrero a 0.76 m. En general en las estaciones 1,2,4 y 5 (0.64, 0.42, 0.44 y 0.80 m) se encontraron los valores mas bajos de transparencia a lo largo del año, en cambio en la 6 y la 7 (1.4 y 1.2 m.) se encontraron los valores mas altos. Las estaciones 3, 6 y 8 presentan la mayor variabilidad en los valores de transparencia.

Cuadro 1. Valores de transparencia en centímetros, medidos en las 8 estaciones de la laguna de Zapotlan, jal.

EST.	FEB.	ABR.	JUN	AG.	OCT.
1	80	55	60	55	70
2	40	55	35	30	50
3	150	80	50	190	100
4	55	40	50	40	35
5	125	80	60	65	70
6	110	120	200	180	90
7	170	130	100	110	100
8	170	130	60	110	100

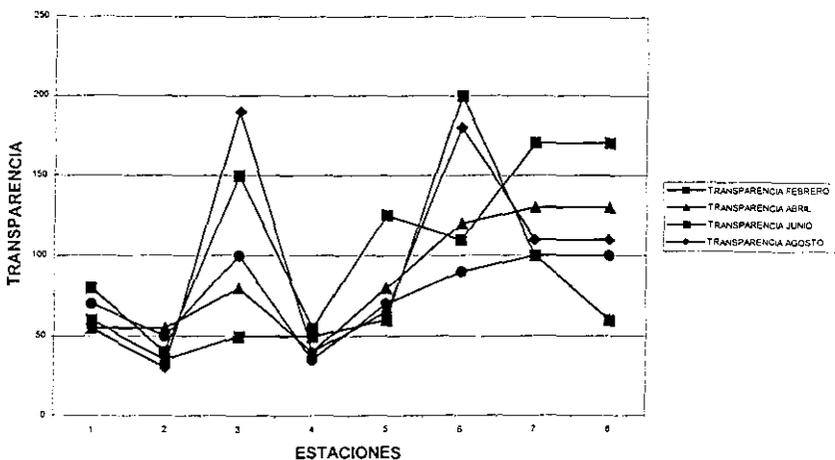


Figura 4. Grafica de valores de transparencia en las ocho estaciones de muestreo, la cual nos demuestra que en junio, en la estación seis se encontró la mayor transparencia y para el mes de abril las estaciones tres y seis demostraron la mayor transparencia, aunque para el mes de junio las estaciones dos, tres y cuatro presentaron la mayor turbiedad.

TEMPERATURA DEL AGUA

La temperatura del agua varió de un mínimo de 18°C (estación 1 y 3 del mes de febrero) a 24°C (estación 4; mes de octubre). El promedio general de la temperatura fue de 21.9°C. La temperatura promedio por mes varió de 20.2°C en febrero a 23°C en octubre; en todas las estaciones se encontraron valores mayores a 20°C. En la estación 4 en octubre se registró un valor mayor a 25°C; las estaciones 1, 2 y 3 presentaron la mayor variabilidad, en el mes de febrero. Se demuestra en la tabla 2 y en la gráfica 5 en la que sobresale la temperatura mas alta en la estación 4 y 5 del mes de octubre.

Cuadro 2. Valores de temperatura en °C. medidos en las ocho estaciones de la laguna de Zapotlan, Jal.

EST.	FEB.	ABR.	JUN.	AGO.	OCT.
1	18.57	20.80	21.73	22.04	21.78
2	18.54	20.60	21.35	22.25	21.98
3	18.13	19.53	21.50	21.94	21.99
4	21.13	22.95	22.50	22.58	24.58
5	21.07	23.13	22.13	22.91	24.01
6	19.28	21.20	22.40	22.30	22.51
7	19.28	21.40	21.96	22.06	22.03
8	18.71	21.42	21.93	22.35	21.99

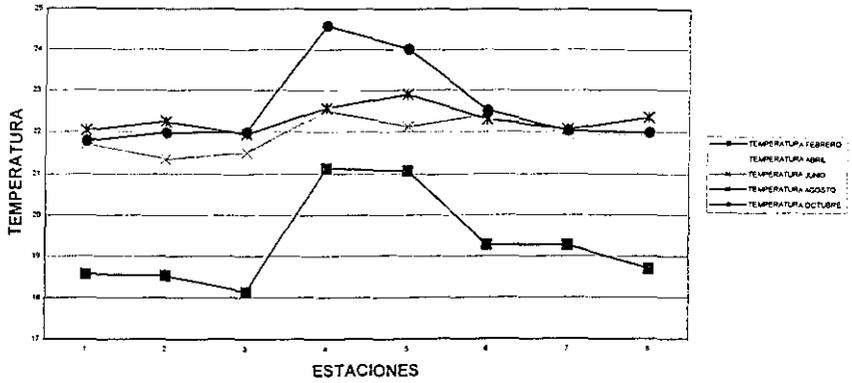


Figura 5. Gráfica de valores de temperatura registradas en las ocho estaciones de muestreo.

OXÍGENO

El oxígeno disuelto varió de un mínimo de 0.3 mg/l (estación 3; mes de agosto) a 6.7 mg/l (estación 4; mes de febrero). El promedio general del oxígeno superficial fue de 2.5 mg/l. El oxígeno promedio por mes vario de 3.6 mg/l en febrero a 3.0 mg/l en octubre. En las estaciones 1 y 2 se encontraron valores menores a 2.0 mg/l, solamente en las estaciones 4 y 8 se registraron valores iguales o mayores a 3.0 mg/l. El comportamiento del oxígeno es muy irregular a lo largo del año y en cada una de las estaciones, a pesar de ello las estaciones 1, 2 y 3 presentaron la mayor variabilidad, en el mes de febrero.

(Tabla 3, gráfica 6)

Cuadro 3. Valores de oxígeno en las ocho estaciones de la laguna de Zapotlán, Jal.

EST.	FEB.	ABRIL	JUN.	AGO.	OCT.
1	0.96	0.26	0.79	1.86	0.81
2	2.21	0.36	1.33	2.13	0.43
3	3.05	1.70	3.71	0.34	3.56
4	4.44	3.95	2.47	2.08	2.85
5	2.37	2.80	1.76	1.91	2.64
6	3.72	0.85	0.95	0.42	4.39
7	4.80	1.32	1.67	0.74	3.26
8	4.30	1.32	3.38	1.29	3.56

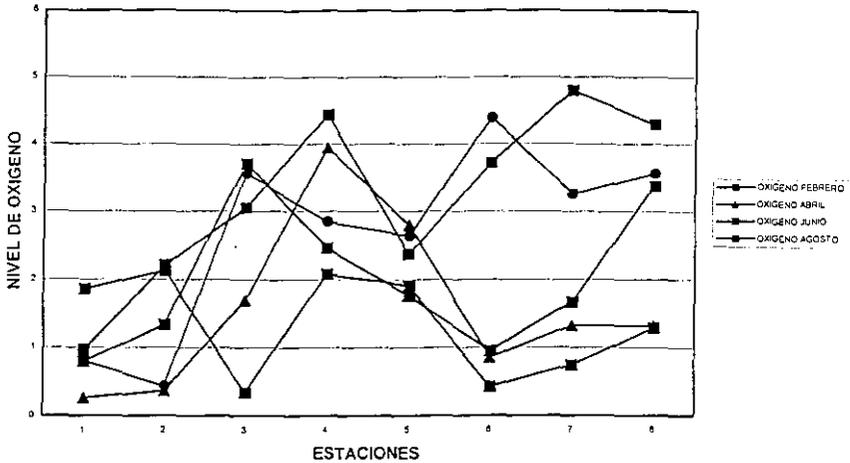


Figura 6. Gráfica que demuestra las oscilaciones en los de valores de oxígeno determinados en las ocho estaciones de muestreo

POTENCIAL DE HIDRÓGENO

El pH varió de 6.8 como mínimo (estación 3; mes de agosto) a 7.9 como máximo (estación 4 mes de febrero). El promedio general del pH fue de 7.2; el pH promedio por mes varió de 7.6 febrero a 7.3 en octubre con una fluctuación de 0.6 unidades. El comportamiento del pH es regular a lo largo del año y para cada una de las estaciones, solamente la estación 4 presenta los valores más altos y una mayor variación. (Tabla 4 y gráfica 7).

Cuadro 4. Valores de PH en las ocho estaciones de la laguna de Zapotlan, Jal.

EST.	FEB.	ABRIL	JUN.	AGO.	OCT.
1	7.55	7.06	7.19	7.06	7.18
2	7.48	7.00	7.06	6.88	7.08
3	7.45	7.13	7.19	6.80	7.31
4	7.99	7.80	7.40	7.30	7.63
5	7.71	7.36	7.28	7.26	7.31
6	7.57	7.05	6.94	6.82	7.46
7	7.52	7.00	6.95	6.81	7.26
8	7.53	7.00	7.14	6.93	7.31

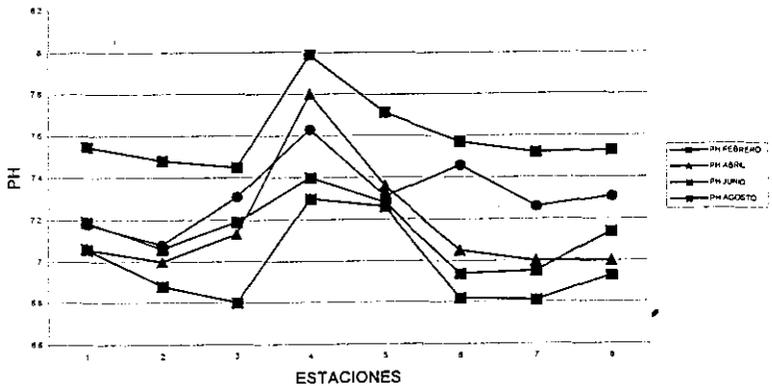


Figura 7. Gráfica demostrativas de los valores de pH reistrados en las ocho estaciones de muestreo.

GÉNEROS REPRESENTATIVOS

Se indican a continuación los 10 géneros mas representativos señalando entre paréntesis la abundancia (número de microorganismos encontrados) y la frecuencia (veces que se encontraron del total de cinco muestreos) de cada una de ellos: *Aulacoseira granulata* (6,295-5), *Fragilaria crotonensis* (1,474- 4), *Scenedesmus quadricauda* (925-5), *Amphora ovalis* (760-3), *Aulacoseira distans* (560-5), *Ankistrodesmus falcatus* (525- 3), *Cyclotella meneghiniana* (299-5), *Crucigenia tetrapedia* (194-4), *Microcystis aeruginosa* (163-4), *Navicula amphioxys* (161-1).

Se representa en la figura 8 con una abundancia relativa.

N
+

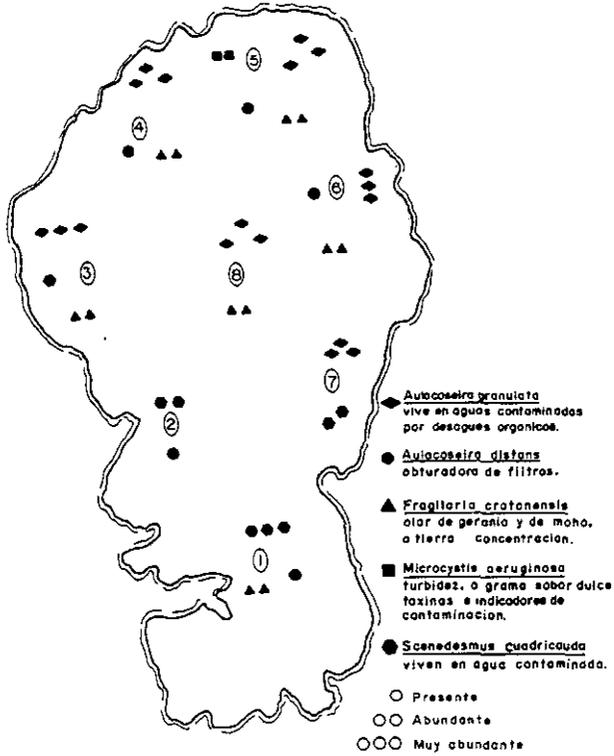


Figura 8. Distribución de las especies más frecuentes encontradas en la laguna de Zapotlan. ° Escaso °° Abundante °°° Predominante

Cuadro 5. Abundancia relativa de las especies

ESPECIES	N. DE CÉLULAS	MES
<i>Aulacoseira granulata</i>	6,295	5
<i>Fragilaria crotonensis</i>	1,474	4
<i>Scenedesmus quadricuada</i>	925	5
<i>Amphora ovalis</i>	760	3
<i>Aulacoseira distans</i>	560	5
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	525	3
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	299	5
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	194	4
<i>Microcystis aeruginosa</i>	163	4
<i>Navicula amphioxys</i>	161	1

Cuadro 6. Grupos taxonomicos de Crisophyitas determinadas en la laguna de Zapotlán

Division	Clase	Orden	Familia	Genero	Especie		
Crisophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnanthaceae	3	3		
			Naviculales	Nitzchiaceae	7	23	
					Surirellaceae	2	7
					Epithemiaceae	1	2
					Eunotiaceae	1	1
				Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	2	3
				Eunotiales	Eunotiaceae	1	1
				Diatomales	Diatomaceae	2	7
			Chrysophyceae	Mischoocales	Characiopsidaceae	1	1
Total		2	6	9	20	48	

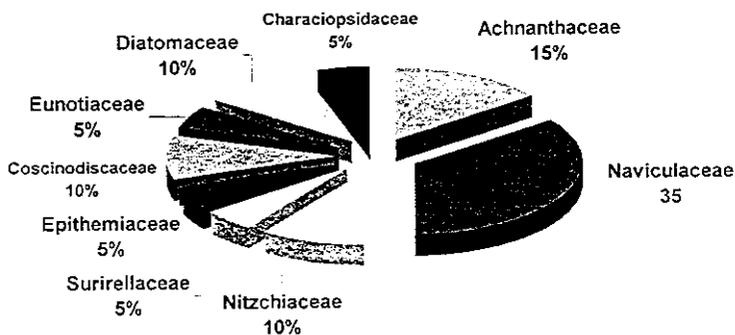


Figura 9. Representación porcentual de las familias de crisófitas presentes en este estudio.

Cuadro 7. Grupos taxonomicos de Cyanophytas determinadas en la laguna de Zapotlán.

Division	Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	
Cyanophyta	Cyanophyceae	Chroococales	Chroococaceae	2	3	
		Nostocales	Nostocaceae	3	6	
			Rivulariaceae	5	8	
			Oscillatoriaceae	6	8	
Total		1	2	4	16	25

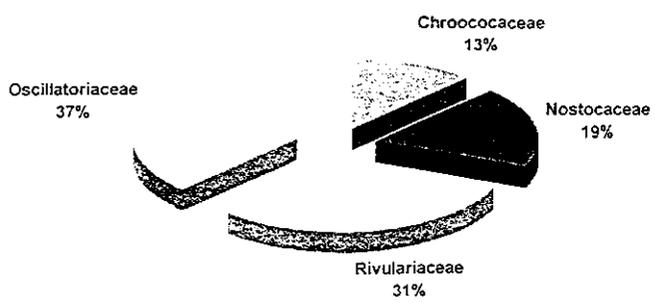


Figura 10. Representación porcentual de las familias de cianofitas presentes en este estudio.

Cuadro 8. Grupos taxonómicos de Clorofitas determinadas en la laguna de Zapotlán

Division	Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales	Oocystaceae	4	7	
			Scenedesmaceae	2	7	
			Hydrodictyceae	1	5	
		Desmidiales	Closteriaceae	1	4	
		Volvocales	Chlamydomonadaceae	2	3	
		Tetrasporales	Gloeocystaceae	1	1	
		Zygnematales	Zygnemataceae	1	1	
Total		1	5	7	12	28

Chlorophytas

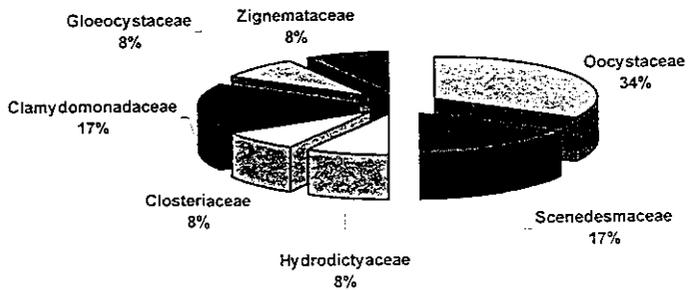


Figura.11. Representación porcentual de las familias de clorofitas encontradas en este estudio.

Cuadro 9. Grupos taxonómicos de Euglenofitas determinadas en la laguna de Zapotlán

Division	Clase	Orden	Familia	Genero	Especie
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	1	4
			Eutreptiaceae	2	5
Total		1	1	2	3
				3	9

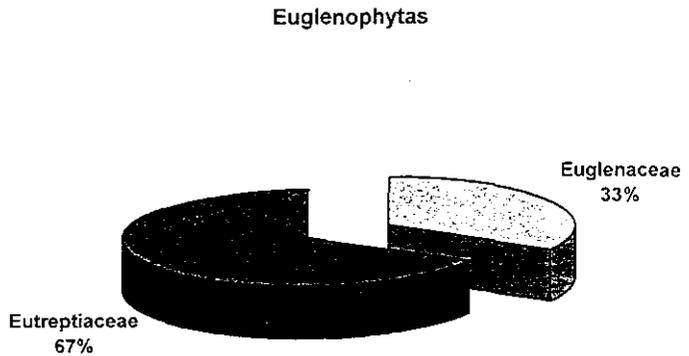


Figura 12. Representación porcentual de las dos familias de Euglenofitas encontradas en este estudio.

Cuadro 10. Grupos taxonómicos de Pirrofitas determinadas en la laguna de Zapotlán

Division	Clase	Orden	Familia	Genero	Especie
Pirrophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	1	1
Total		1	1	1	1

Cuadro 11. Concentrado taxonómico

Division	Clase	Orden	Familia	Genero	Especie
Crisophyta	2	6	4	20	48
Cianophyta	1	2	9	16	25
Chlorophyta	1	5	7	12	28
Euglenophyta	1	1	2	3	9
Pirrophyta	1	1	1	1	1
Total:5	6	15	23	52	111

DISCUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se encontró que la mayor variedad de géneros lo presenta la división Crisophyta 43%, seguido de la división Clorophyta 25% y Cianophyta 23%.

En este estudio se reportan 111 especies que tienen una distribución diversa en la laguna, encontrando para el mes de octubre como especie mas abundante *Aulacoseira granulata*.

Se realizó una investigación bibliográfica sobre estudios ficológicos realizados en Jalisco para conocer especies reportadas para el estado y se encontró que en el trabajo de Núñez y Reyes (1995), efectuado en el lago de Chapala; encontrando abundantes las especies *Microcystis aeruginosa* y *Closterium spp.* así como el de Campos (1995) en la presa "Ing. Elías Glez. Chaves "; quien encontró abundante a *Microcystis aeruginosa* y *Cyclotella meneghiniana*; se observó una semejanza con los resultados anteriores ya que *Microcystis aeruginosa* y *Cyclotella meneghiniana* se encontró también en mayor cantidad, en este trabajo siendo especies de agua contaminada.

CONCLUSIONES

- 1.- En el periodo de febrero a octubre de 1994, se encontraron como especies dominantes en orden descendente a *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria crotonensis*, *Scenedesmus quadricauda*, *Amphora ovalis*, *Aulacoseira distans*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Microcystis aeruginosa* y *Crucigenia tetrapedia*.
- 2.- La división Crisophyta se presenta como dominante en todos los meses, en toda la laguna.
- 3.- Para la laguna de Zapotlán se registraron un total de 52 géneros y 111 especies siendo 20 géneros / 48 especies de la división Crisophyta; 12 géneros / 28 especies de Chlorophyta; 16 géneros / 25 especies de Cyanophyta; 3 géneros / 9 especies de Euglenophyta; y 1 género / 1 especie para la división Pyrrophyta.
- 4.- Los géneros *Aulacoseira granulata* y *Fragilaria crotonensis* se presentan en forma permanente durante todo el año.
- 5.- Dadas las condiciones fisiográficas de la zona es factible que el listado presente de microalgas no demuestra la totalidad de las especies existentes, si no que supere el obtenido en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bold, C.H.(1985). Introduction to the algae. 2a. edición. Prentice, Hall U.S.A. 1-642 pp.
- Bourrelly, P. (1972). Les Algues D eau Douce I.- Les Algues. Ed. Boubee Cle. Francia. 125-261 pp.

- Campos, T.S. (1995). Determinación del fitoplancton de la presa "Ing. Elías González Chaves" período agosto 1993 - julio 1994. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara. 1-36 pp.

- Darley, M.W. (1987). Biología de las algas: un enfoque fisiológico. Limusa, México.

- Dawes, C.J. (1981). Botánica Marina. Editorial, Limusa. 71-97 y 579-605 pp.
- Espinosa, C.P.(1982). Contribución al conocimiento del Plancton del lago de Chapala. Tesis profesional. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Guadalajara. 1-22 pp.

- Figueroa, T. M. G. (1984). Estudio Ecológico de la ficoflora de la presa Miguel Alemán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U. N. A. M. 201 pp.

- González, G.J. (1992). Flora ficológica de México. Concepciones y estrategias para la integración de una flora ficológica nacional. Revista Ciencias. Núm. especial 6:13-33.

- (1994). Taxonomía Biológica. Ediciones Científicas Universitarias. 299-332 pp.
- Heinz, S. y Dieter K. (1982). Atlas de los microorganismos de agua dulce. Ediciones Omega, S.A. 1-209 pp.
- Guzman, A.M. (1994). Estudio limnológico de la laguna de Zapotlán. Artículo del Instituto de Limnología, CUCBA, U de G.
- Krammer, K., Longe-Bertalot, H. (1988). Subwasserflora von mitte le uropa. Ed. Gustav. Fischer Verlag. 2-596 pp.
- L. Geitler und A. Pascher. (1925). Cyanophyceae. Susswasser-Flora. Ed. Gustav. Fischer Verlag. 1- 463 pp.
- Ledezma, G. R. (1983). Importancia sanitaria. 1-120 pp.
- Lewis, H.T. y Max, E.B. (1971). Las algas de Illinois. Edit. Hafner Publishing Company. 1-397 pp.
- Margain, H.R.M. (1981). Flora ficologica de los cuerpos de agua temporales en la región oriental y sur de la cuenca del Río Panuco. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Ciencias. U. N. A. M. México. 422 pp.
- Masón, C.F. (1984). Biología de la contaminación de agua dulce. Editorial Alhambra. 1-17 y 76-121 pp.

- Palmer C. M. (1962). Algas en abastecimientos de agua. Editorial Interamericana. 1-65 pp.

- Núñez, M.G y Reyes, G.E. (1995). Contribución al conocimiento del fitoplancton del Lago de Chapala, Jal. durante el período de febrero a mayo de 1989,90 y 91. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara 1-69 pp.

- Ortega, M. M. (1984). Catálogo de las algas continentales. Universidad Nacional Autónoma de México. 1-307 pp.

- (1987). Contribuciones en hidrobiología. U. N. A. M. México. 1-250 pp.
- (1994). Ficología de México de algas continentales. Editorial AGT. México. 91-105 pp.

- Prescott, G.W. (1961). Algas. Edit. W. M. C. Brown Company Publishers. 1-659 pp.

- (1962). Algae of the Western Great Lakes Area. Revised Edition. W. M. C. Brown Co. Pub. 977 pp.

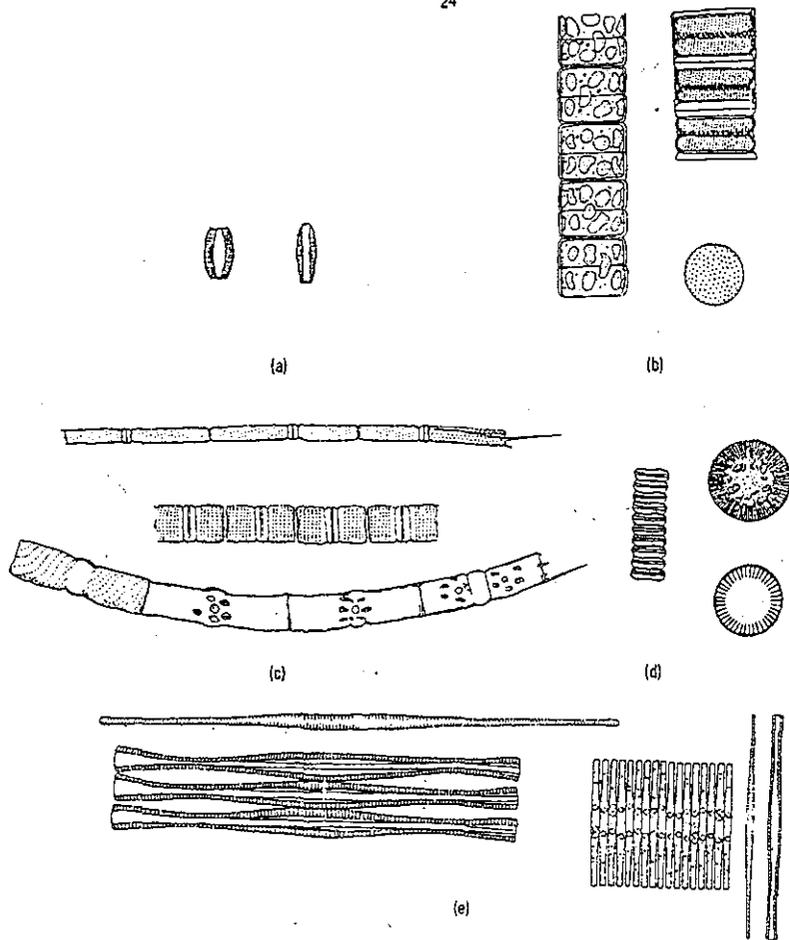
- Ramanathan, K.R. (1962). Ulotrichales. Editorial, ICAR. 22-156 pp.

- Wetzel, G. R. (1981). Limnología. Ed. Omega, España. 259-285



A N E X O

24

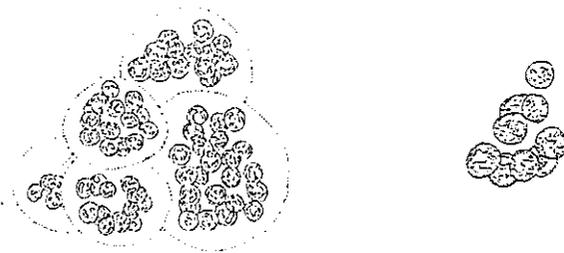


Lamina 1. Crysophytas

- a) *Amphora ovalis* b) *Aulacoseira distans* c) *Aulacoseira granulata* d) *Cyclotella meneghiniana*
 e) *Fragilaria crotonensis*

Figura 13, Dibujos de Crysophytas encontradas en la laguna de Zapotlan.

25

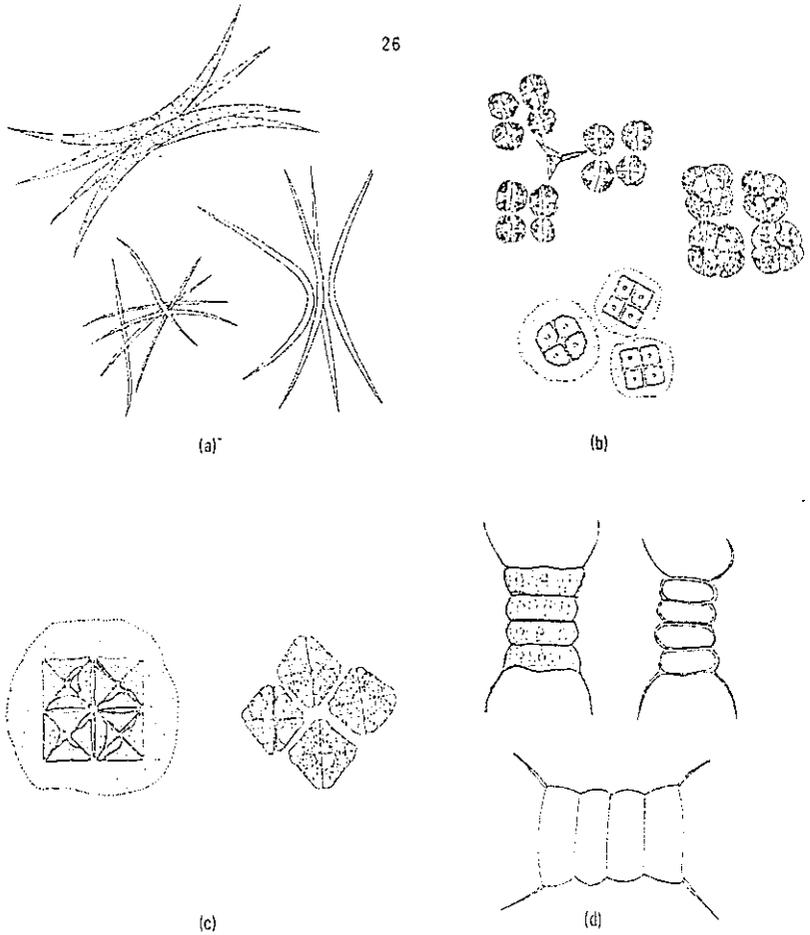


(a)

Lamina 2. Cyanophyta
a) *Microcystis aeruginosa*

Figura 14. Dibujos de la Cyanophyta *Microcystis*, encontrada en la laguna de Zapotlan.

26



Lamina 3. Chlorophytas

- a) *Ankistrodesmus falcatus* b) *Crucigenia quadrata* c) *Crucigenia tetrapedia*
 d) *Scenedesmus quadricauda*

Figura 15. Chlorophytas encontradas en la laguna de Zapotlan.