



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
**I Z T A C A L A**

ANALISIS PRELIMINAR DE LAS COMUNIDADES  
ALGALES EN EL EMBALSE DE VILLA VICTORIA  
ESTADO DE MEXICO.

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A :  
**MARIA DE LOS ANGELES GARCIA GOMEZ**

ASESOR:

**BIOL. MA. GUADALUPE OLIVA MARTINEZ**



LOS REYES. IZTACALA

1994

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZO EN EL  
LABORATORIO DE BOTANICA DE LA UNIDAD  
DE MORFOFISIOLOGIA EN LA ESCUELA  
NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM, BAJO LA DIRECCION DE  
LA BIOL. MARIA GUADALUPE OLIVA  
MARTINEZ.

## AGRADECIMIENTOS

A la Biot. Ma Guadalupe Oliva Martínez, por su dirección y apoyo en la realización de este trabajo, por su dedicación en la revisión para confirmar los organismos y por su buen humor que siempre hizo más leves las horas de trabajo.

A la Biot. Mario Chávez Arteaga por todo el tiempo concedido para la revisión del proyecto, los análisis estadísticos, y por su gran paciencia para ayudarme a salir de los baches académicos en que a menudo caía.

A la Biot. Roberto Moreno Colín, quien siempre alentó mi entusiasmo por la Fisiología, y dirigió mis primeros pasos en este campo, además de tender su mano amiga cuando fue necesario.

A la Maestra Gloria Vilactara Fajó, por compartir todo ese acervo de conocimientos, por sus siempre acertados comentarios y por que fué, y creo que seguirá siendo, un ejemplo de lo que un investigador desea ser.

A la Biot. Gloria Garduño Polórgano, por que su dedicada revisión me permitió mejorar en mucho este trabajo, y sus consejos me ayudaron a clarificar mi visión académica.

A la M. en C. Alfonso Lugo Vázquez por su ayuda en la obtención de las fotomicrografías de los organismos, lo cual facilitó mucho la verificación de los organismos.

A la M. en C. Javier Alcocer Durand, por su apoyo en la obtención de las diapositivas para la exposición oral de éste trabajo.

A toda esa hermosa gente del Proyecto EYM# (Erayito, Paty, Eli, Martha, Gloria, Alfonso y Javier), quienes permitieron que les robara tiempo y espacio para concluir mi trabajo y además me hicieron alegres y amenas las horas de labor.

A Hermila y Eliseo, mis laboratoristas favoritos.

A mis compañeros del Laboratorio de Botánica de la U.M.F. Vicky, Martha, Tofio, Yolanda, Mazara, Pelta y a los profesores María Elena, Daniel, Silvia y Rogelio, por que siempre tuve de ellos una palabra de ánimo, su apoyo y demostraciones de afecto en los momentos difíciles.

A mi pandilla del alma : Guille, Vicky (con todo y Victueto), Yola, Rocío, Pepe, Arturo, Irma y anexos, que me jalaron la oreja cuando debían, y me echaron porras cuando podían. Espero poder retribuir alguna vez, los quiero mucho.

A mis padres,  
María de los Angeles y Juan Angel,  
con todo mi amor y agradecimiento  
por su paciencia y comprensión.

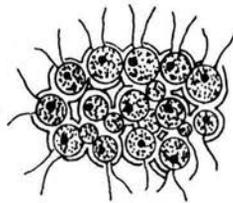
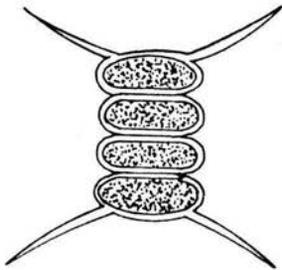
A mis tíos Eoy y Carlotta,  
sin cuyo apoyo no hubiera alcanzado esta meta

A Sandra, Amín, Goli, Tere y Juan Carlos,  
pero sobre todo, a mi abuelita Susana<sup>(\*)</sup>  
por nunca permitir mi autocompasión,  
por impulsarme a seguir adelante.

Dondequiera que estés,  
se que cuento con tu energía y cariño  
para continuar, como siempre.



ANÁLISIS PRELIMINAR DE  
LAS COMUNIDADES ALGALES  
EN EL EMBALSE DE  
VILLA VICTORIA,  
ESTADO DE MEXICO.



## I N D I C E

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
ANTECEDENTES.....	6
OBJETIVOS.....	9
DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	10
METODOLOGIA.....	13
RESULTADOS Y DISCUSION.....	18
1) COMPOSICION FICOFLORESTICA :	
* DESCRIPCION DE LOS <i>Taxa</i> . .....	18
* ESQUEMAS DE LOS ORGANISMOS.....	62
* DOMINANCIA FICOFLORESTICA.....	72
* COMPONENTES PRINCIPALES DE LA FICOFLORESTA.....	75
2) VARIABLES FISICOQUIMICAS .....	78
* COMPONENTES PRINCIPALES DE LAS VARIABLES FISICOQUIMICAS.....	80
3) CORRELACION ENTRE LA FICOFLORESTA Y LAS VARIABLES FISICOQUIMICAS.....	82
4) CARACTERIZACION SAPROFITICA.....	86
CONCLUSIONES.....	89
BIBLIOGRAFIA.....	91

## RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio de las comunidades algales en el embalse de Villa Victoria, al noroeste del Estado de México, con el fin de conocer su composición taxonómica y su relación con algunas variables fisicoquímicas, además de utilizar los taxa presentes para caracterizar saprotróficamente el embalse.

Se realizaron 6 muestreos a lo largo de un ciclo anual, recolectando en 8 estaciones a nivel de superficie.

Se determinaron 44 taxa distribuidos por clase de la siguiente manera : 34 % Bacillariophyceae, 27 % Chlorophyceae, 12 % Zygothryxaceae, 11 % Cyanophyceae, 9 % Euglenophyceae, 5 % Dinophyceae y 2 % Chrysophyceae. Con el Diagrama de Frecuencia contra Abundancia se determinó que 20 de los taxa fueron raros, 6 temporales y 13 dominantes.

Al aplicar el Análisis de Componentes Principales para determinar cuales de los taxa dominantes influyeron sobre el comportamiento poblacional del cuerpo de agua, se observó que *Aulacoseira granulata*, *Stephanodiscus astraea* y principalmente *Pediastrum simplex* var. *simplex* y *Fragilaria crotonensis*, fueron las más significativas.

-1-

Las variables fisicoquímicas también se analizaron con Componentes Principales, resultando el pH y la transparencia las variables que caracterizaron el cuerpo de agua.

La correlación entre la ficoflora dominante y las variables fisicoquímicas arrojaron valores de  $r$  altos para la interacción entre *Pediastrum simplex* var. *simplex* y la transparencia, demostrando una relación inversamente proporcional; los valores de correlación más altos se dieron entre asociaciones positivas de diatomeas : *Navicula tuscula* con *Synedra ulna* y *Fragilaria crotonensis* con *Stephanodiscus astraea*.

En la caracterización saprotrófica del embalse se utilizaron los índices de Pantle y Buck, y el de Zelinka y Marvan para niveles de saprobiedad (Sládeček, 1973; Schowebel, 1975), resultando que el embalse se ubica en la  $\beta$ -mesosaprobiedad. Para niveles de trofismo, con el índice compuesto de Nygaard (Round, 1981) se le ubica en una transición de mesotrofia a eutrofia, además de que el 32% de los taxa determinados es característico de aguas eutróficas, incluyendo las especies más abundantes en el ciclo anual.

Utilizando el índice de similitud de Sørensen (Krebs, 1975), se puede observar que el embalse tiene un comportamiento homogéneo en cuanto a composición ficoflorística. Probablemente, su condición trófica fuera reciente a la época de muestreo, pues todavía aparecieron especies de aguas mesotróficas como *Phormidium retzii*, *Mallomonas caudata*, *Closterium gracile* var. *elongatum*, y aún oligotróficas como *Ceratium hirundinella* fo. *furcoides* y *Peridinium cf. palustre*.

## I N T R O D U C C I O N

Los ambientes dulceacuícolas comprenden lagos, lagunas y ríos, entre otros, y representan apenas un 0.009 % para lagos, y un 0.00009 % para ríos, del total del agua en el planeta (Wetzel, 1975). Debido a la importancia que tiene el agua dulce en una amplia gama de actividades para el hombre, se ha incrementado la construcción de reservorios artificiales o embalses, hasta el punto de que forman el mayor sistema "lacustre" en el planeta. Estos reservorios sufren una evolución a través del tiempo, presentando una gran variedad de formas de vida, tanto en el seno del embalse, como en su sustrato (Wetzel, 1975 ; Margalef, 1983); De este modo, adquieren una gran similitud con los cuerpos de agua lénticos naturales. Los organismos que habitan el agua conforman un conjunto de comunidades como el plancton, bentos, necton, y otras, cuyos componentes, en el caso del plancton y bentos, corresponden a organismos tales como las algas, rotíferos, protozoarios, crustáceos, bacterias y hongos. Entre ellos, las algas, como productores primarios, tienen la función fundamental de generar materia prima para el resto de los organismos heterótrofos (Ringuelet, 1962; Round, 1981).

-3-

La zona litoral es considerada como la interfase entre la tierra de la cuenca de drenaje y el agua abierta. La relación entre su tamaño y el de la masa de agua depende del cuerpo que se trate, y se ve influida por la geomorfología de la cubeta y las tasas de sedimentación (Wetzel, 1975).

En las comunidades algales hay especies que son netamente del plancton (fitoplancton), otras del bentos (fitobentos), y otras más forman parte de ambos, al menos en alguna fase de su vida, (algas filamentosas, principalmente las bentónicas, aparecen con frecuencia en el plancton, géneros tales como : *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Hormidium*, y *Mougeotia* son algunas) lo cual reviste importancia, pues aumenta o disminuye la abundancia y diversidad de cualquiera de las dos comunidades (Margalef, 1983).

La distribución espacial de las algas está afectada por la forma y tamaño de la cuenca del cuerpo de agua, posición de las entradas y grado de estratificación. Aunado a esto, en un embalse se presentan condiciones típicamente fluviales en la zona de la cola y lacustres en la cabeza o presa, lo que hace que su distribución tanto vertical como horizontal no sea uniforme (George y Heaney, 1978; Armengol, 1981).

De este modo, las comunidades de algas no se mantienen constantemente idénticas a sí mismas, pues el medio en el que están inmersas se halla sometido a diversos factores que alteran sus propiedades, ya sea en función del tiempo o de otras condiciones externas (Margalef, 1955); por tanto, las especies algales varían en estrecha relación con los cambios en las variables fisicoquímicas ambientales, como son : luz, temperatura, pH, materiales disueltos y suspendidos, además de los nutrimentos (Wetzel, 1975); en este tipo de cuerpos de agua, se presentan características muy particulares, principalmente por los niveles fluctuantes del agua que influyen en el conjunto de variables de importancia para la ficoflora (Odum, 1985).

-4-

Las condiciones óptimas para el desarrollo de algunas especies algales permiten que se tenga una gran predominancia de las mismas con respecto a otras, aunque dicha situación también puede variar dependiendo de la época del año. Por ejemplo, en algunas masas dulceacuícolas las algas verde-azules son las dominantes en verano, mientras que las diatomeas lo son en primavera y otoño (Jones, 1977), lo cual varía también según el sitio geográfico donde esté localizado el cuerpo de agua.

Así, se puede observar que las comunidades algales se ven afectadas, tanto directa como indirectamente, por un conjunto de factores, cuyo entendimiento integral permite comprender la importancia de las algas como productores primarios en los ambientes acuáticos; por la misma razón, ellas nos pueden indicar

las condiciones predominantes de un cuerpo de agua durante cierto tiempo, lo suficiente para que se vean afectadas en cuanto a composición y abundancia de sus poblaciones, lo cual se puede conocer a través de la aplicación de diversos índices, ya sea de diversidad, similitud, o en casos de caracterización para calidad de agua, nos pueden indicar niveles de saprobiedad o trofismo, (Sládeček, 1973; Round, 1981; Margalef, 1983).

Este tipo de índices se han venido desarrollando desde que se comprendió que existía cierta relación entre los diversos tipos de organismos presentes en un cuerpo de agua y la calidad de la misma, entendiéndose como calidad del agua, al hecho de que reúna determinadas características según las actividades para las que sea destinada (Lund, 1967, citado en Garzón, 1990). "Los datos de composición de especies son utilizados para caracterizar la calidad del agua con respecto a especies indicadoras individuales, a asociaciones de especies, riqueza de especies y abundancia relativa de las especies (incluyendo un análisis matemático e índices de diversidad)." (Collins y Weber, 1978). Los primeros índices que se utilizaron, aproximadamente a mediados del siglo XIX, eran de simple relación entre los organismos presentes y el grado de autodepuración del cuerpo de agua (Sládeček, 1973). Una ampliación posterior con mayor formalidad en este aspecto, utilizó muchas especies del ficoperifitón como indicadoras de calidad de agua. Desde entonces y hasta la fecha, los sistemas saprobios de organismos han sido modificados gradualmente por diversos autores, aumentando el número de niveles de saprobiedad y especificando cuales eran los organismos indicadores y sus respectivas "valencias saprobicas", o sea su valor como indicadores (Sládeček, 1973; Collins y Weber, 1978).

La relación entre niveles de saprobiedad y trofismo de un mismo cuerpo de agua puede dar una visión más completa y comprensible del comportamiento de las variables dentro del mismo, por lo que también se han realizado estudios al respecto (Vilaclara et al., 1991).

## ANTECEDENTES

En cuanto a trabajos sobre calidad de aguas, es en Europa donde más se han utilizado las algas como indicadores. De una serie de trabajos realizados al respecto, tenemos el de Teiling (1955) en Suecia, donde ubica a las especies más comunes de la ficoflora en cada nivel trófico. Rawson (1956), en un trabajo similar, además de las comunidades algales, toma en cuenta características morfológicas del cuerpo de agua para tipificar a los lagos.

En Norte América, Hollard (1968) correlaciona especies del género *Melosira* con las condiciones tróficas del Lago Michigan. Palmer (1969) propone una clasificación compuesta de algas tolerantes a la contaminación orgánica, haciendo una comparación entre un índice basado en géneros, y otro en especies. Staker et al. (1974) relacionan la distribución fitoplanctónica del Lago Mead (Río Colorado) con el nivel trófico del mismo. Collins y Weber (1978) hacen un análisis de la composición de especies del ficoperifitón (algas que crecen adheridas a un sustrato, ya sea natural o artificial), que junto con otros factores tales como el peso seco de la biomasa, clorofilas, DNA, ATP y la productividad, conforman un buen índice para la calidad del agua.

-6-

En México, las algas dulceacuícolas ya se conocían desde la época en que floreció la cultura mexicana, con un manejo eficiente y adecuado de las mismas; posteriormente, durante la época colonial, su uso práctico se vió relegado, pero se las incluyó en estudios referentes a aguas y minerales, como se ve en los códices Florentino y Mendocini (Dibble y Anderson; Paso y Troncoso, citados en Ortega, 1987).

En 1803, Von Humboldt fue el primero de una serie de colectores y botánicos extranjeros que aportaron estudios a la

ficología mexicana, así como los hermanos Ehrenberg, quienes de 1831 a 1840 efectuaron colectas en este país (Ortega, 1987).

Ortega (1972) hace una investigación bibliográfica que abarca los estudios ficológicos hechos en México desde 1846 hasta 1972, lo cual facilita el trabajo para futuras investigaciones. En sus trabajos se puede observar que la cantidad de estudios publicados, en lo referente a las algas de aguas continentales en México, tan sólo llega a 3 embalses en el Estado de México (Presa de la Concha, Presa de la Concepción y Presa Romero), 2 en el D.F. (Presa de Dolores y Presa de Mixcoac, ya desaparecidas), 1 en Coahuila (Presa San Hipólito), 1 en Puebla (Presa Valsequillo) y 1 en Guanajuato (Presa en la cañada al Este de San Miguel de Allende) (Ortega et al., en prensa).

Es por esto que se hacen tan necesarias las aportaciones destinadas a aumentar dicho caudal de conocimientos. Chávez (1986), estudió la composición y estructura de las comunidades planctónicas de Valle de Bravo, Estado de México, presentando también un esquema fisico-químico muy completo. Moreno y Palacios (1987) realizaron un estudio ficoflorístico en la presa de la Concepción, Tepotzotlán, describiendo los organismos encontrados y relacionándolos con los parámetros fisico-químicos. Moreno (1987) se dedica a la investigación de diatomeas planctónicas, y Chang (1989) analiza la variación estacional de la comunidad planctónica en la presa Requena, Hidalgo, además de aportar valiosas observaciones acerca de estos organismos como indicadores de la calidad del agua y de su ecología. Mangas (1990) contribuye al conocimiento de las diatomeas planctónicas del embalse La Goleta, Estado de México.

En un trabajo más reciente, Vilaclara et al. (1991) elaboran una tabla de comparación entre niveles de saprobiedad y trofismo en diversos cuerpos de agua, tomando en cuenta los valores guía de la calidad del agua tales como : DBOs, Clorofila a, Saturación de Oxígeno y Potencial Redox, de modo que el acúmulo de materia

orgánica (saprobiidad) y el aporte de nutrimentos (trofismo) se pueden relacionar más directamente con los niveles de calidad de agua.

En la zona de estudio Olvera (en Díaz, 1988) realizó la caracterización limnológica del embalse de Villa Victoria, Estado de México, tomando en cuenta aspectos bióticos y abióticos.

Debido a la importancia que tiene éste embalse como abastecedor de agua para la Ciudad de México, su utilización como planta generadora de energía eléctrica, y la ubicación de la cabecera municipal adyacente, se consideró necesario profundizar en el conocimiento de su calidad de agua, y por lo tanto, el presente trabajo tiene los siguientes objetivos :

## OBJETIVOS

- \*1) Determinar la composición de las comunidades algales presentes en las estaciones muestreadas del embalse de Villa Victoria, Estado de México, llegando hasta el nivel taxonómico de género, especie o variedad, cuando sea posible.
- 2) Determinar la variación estacional de las especies algales encontradas en relación con la transparencia, temperatura del agua, oxígeno disuelto, CO<sub>2</sub> disuelto, dureza total, pH, alcalinidad total, cloruros y silicatos.
- 3) Determinar de manera cualitativa el estado saprotrófico del embalse, con base en las poblaciones algales estudiadas.

## DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

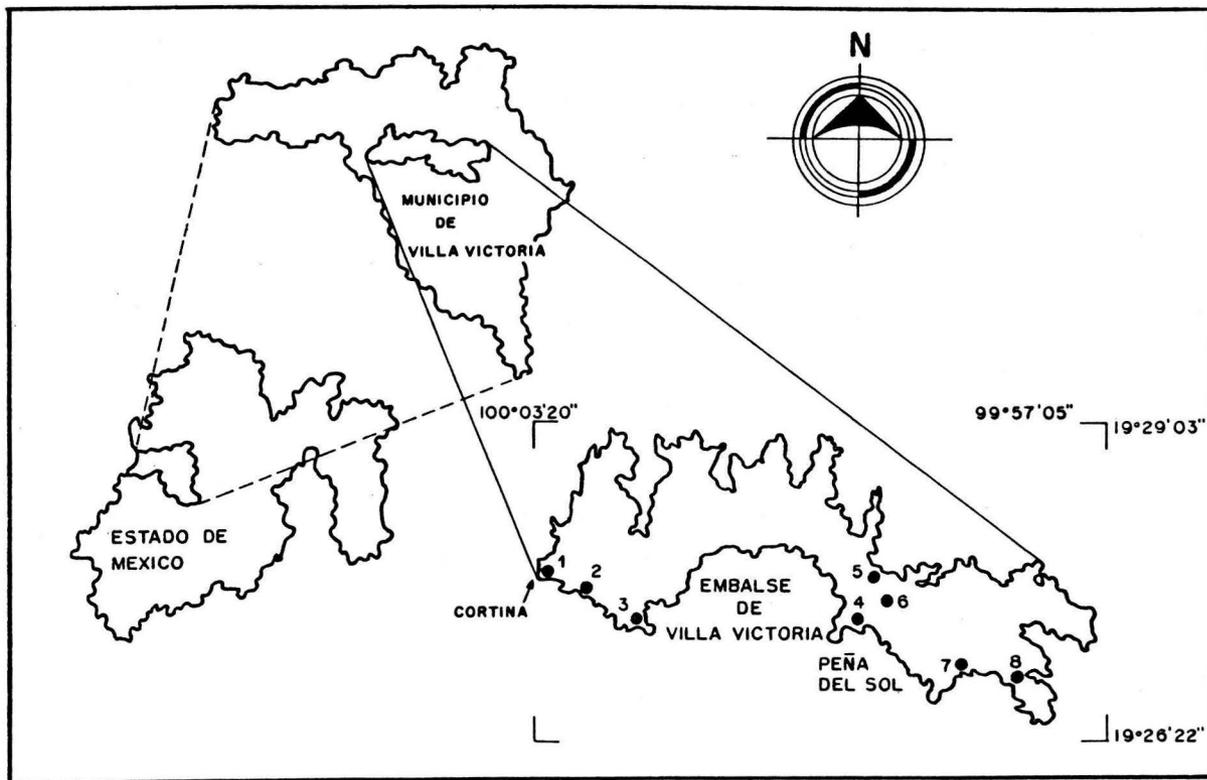
El embalse de Villa Victoria se sitúa al noroeste del Estado de México, en el municipio del Villa Victoria, entre las coordenadas  $99^{\circ}57'05''$  y  $100^{\circ}03'20''$  de longitud oeste, y entre los  $19^{\circ}26'22''$  y  $19^{\circ}29'03''$  de latitud norte (Fig.1).

Su altitud es de 2608 m s.n.m., con una capacidad total de 254.00 millones de  $m^3$ , y una capacidad disponible de 214.30 millones de  $m^3$ . Construida por la Comisión Federal de Electricidad en el año de 1944, se utiliza para la generación de energía eléctrica. Su principal corriente es el río San José Malacatepec; forma parte del sistema Cutzamala, que abastece de agua a varias ciudades, entre ellas el Distrito Federal; pertenece a la región hidrológica número 18, del río Bajo y Medio Balsas, y tiene una superficie de 2750 ha (S.P.P., 1981).

Cuenta con 4 tributarios principales en los que funcionaban las estaciones hidrométricas: La Compañía, San Diego, El Molino y El Ramal, de cuyos datos reportados hasta 1973 en el Boletín Hidrológico de la SARH, Olvera (en Díaz, 1988) calculó los valores de balance hidrológico, morfología y climatología, con base en un azolve total de aproximadamente 1.20 m, con una evaporación de 39.325 millones de  $m^3$ /año, una filtración de 15.686 millones de  $m^3$ /año y extracción por toma ( $2.531 m^3/s$ ) de 78.724 millones de  $m^3$ /año, con un volumen máximo de 179 millones de  $m^3$ , para 1988.

En sus alrededores, la principal actividad es la agricultura moderada, de riego y de temporal; el suelo es de rocas sedimentarias, compuestas de arenisca y aluviales de tipo vertisol crómico fino y feozem háptico medio y fino (S.P.P., 1981).

La vegetación circundante es, en general, de pastizal inducido y las herbáceas terrestres más representativas de la zona litoral son Papaveraceae, Solanaceae, Onagraceae y Compositae (Rzedowski y Rzedowski, 1979, 1985; Moreno, 1984).



**FIG. 1. Localización del área de estudio. Tomada de mapa escala 1: 50,000 reducido a un equivalente de 1: 27, 356.**

(INEGI, 1973).

El clima en la presa es *Cb(nz)(w)(i')*, es decir, templado con temperatura media anual entre 12 y 18°C, con lluvia en verano y una lluvia invernal menor del 5% anual. Es el más húmedo de los subhúmedos con oscilación térmica entre 5 y 7°C (García, 1973; S.P.P., 1981). La precipitación media anual para 1988 fué de 854 mm, la evaporación media anual 1430 mm y la temperatura media anual fué de 13.2°C (Olvera, en Díaz, 1988).

## M E T O D O L O G I A

\* El presente trabajo se realizó con base en la revisión de las muestras recolectadas en el embalse de Villa Victoria durante el ciclo anual noviembre 1987 - octubre 1988, en el cual se consideraron 8 estaciones de recolecta en superficie; siete en la línea marginal y una en el centro del embalse (Fig. 1). Las características generales de cada una de ellas se presentan en la Tabla 1.

### \*1) COMPOSICION FICOFLORESTICA

En cada estación se filtraron 12 litros de agua con una red para fitoplancton con abertura de malla de  $54 \mu\text{m}$ , concentrando así la muestra para dividirla en tres porciones de 125 ml. Una de ellas se fijó con formol al 4 %, otra con aceto-lugol, la última se conservó *in vivo* y se transportó al laboratorio a bajas temperaturas, aproximadamente  $4^{\circ}\text{C}$  (Vollenweider et al., 1974; Schwoerbel, 1975), para observar organismos o estructuras que se pudieran dañar con alguno o ambos fijadores. De éste modo se obtuvo un total de 144 muestras.

-13-

Se revisó un mililitro de cada muestra fijada. La abundancia relativa de los organismos se obtuvo mediante una pipeta Pasteur con el diámetro de la punta calibrado (Schlichting Jr., 1954). El volumen obtenido de cada gota fue en promedio de  $0.0836 \text{ ml}$ . Se hizo un barrido de cada preparación, contando los organismos presentes en cada gota. Esta revisión se llevó a cabo con un microscopio óptico binocular Carl Zeiss con ocular micrométrico.

Para la observación de estructuras particulares y como auxiliares en la determinación taxonómica, se utilizaron colorantes como lugol para detectar pirenoides, azul de cresil para mucílago y aceto-carmin para núcleo (Oliva y Garduño, 1989).

TABLA 1. CARACTERIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

ESTACION (Fig. 1)	ALTITUD (mms)	TIPO DE SUBSTRATO	VEGETACION CIRCUNDANTE	CARACTERISTICAS GENERALES
1	2555	RANPA DE PIEDRA Y CEMENTO	<u>Cela</u> sp., PAPAVERACEAS Y OTRAS HERBACEAS. CULTIVOS DE MAIZ.	CERCANA A LA CORTINA
2	2555	ROCO SO CON RANCHONES DE PASTO SUNERBIDO	DISTINTAS HERBACEAS	LAVADEROS, SURESTE ESTACION 1. AGUA TURBIA Y ESPUMA AMARILLENTO
3	2559	FANBOSO	CULTIVOS DE MAIZ	LAVADEROS AL SUR DE LA CORTINA, APROXIMADAMENTE A 100 m DE LA CARRETERA
4	2565	ROCAS MEDIANAS	GRILLAS CON PASTO SUNERBIDO	EMBARCADERO A 100 m DE PESA DEL SOL. DESABO DE LA POBADA FAMILIAR
5	2565	FANBOSO CON CARRIZOS SECOS	PARTIAL ALEDANO; RECIBE ESCURRIMIENTOS DE UN SENBRADIO CERCANO	MARGEN NORTE DEL ENBALSE, GRILLA CON POCO DECLIVE. PUNTO DE DESEMBARQUE
6	2565	AGUA	XXXXXXXXXX	PORTE MEDIA DEL ENBALSE, ENTRE LAS ESTACIONES 4 Y 5.
7	2555	FANBOSO	SENBRADIOS DE MAIZ Y PASTO SUNERBIDO	AL ESTE DE PESA DEL SOL, LLEBA UN PEQUERO AFLUENTE DESDE EL CENTRO DE LA CIUDAD, CON DESECHOS DOMESTICOS
8	2555	FANBOSO	SENBRADIOS DE MAIZ Y PASTO SUNERBIDO	CERCANO A LA ESTACION 7, HACIA EL SURESTE

En el caso de las diatomeas fue necesario efectuar la limpieza de frústulas, siguiendo la técnica sugerida por Hasle y Fryxell (1970), montando la muestra posteriormente en Bálsamo de Perú, cuyo índice de refracción es de 1.594 a 21°C (Garduño, 1992, com. pers., calculado con un refractómetro Erma Tokyo Modelo N°16411).

Se obtuvieron fotomicrografías de algunas especies utilizando un fotomicroscopio Carl Zeiss modelo III y se elaboraron esquemas a escala.

Las muestras fijadas se depositaron en el Herbario de la E.N.E.P. Iztacala, con los frascos de colecta de fitoplancton registrados del No. 346 al 459.

Para la determinación de los taxa encontrados, se utilizaron claves y obras especializadas, las cuales se citan en la descripción de cada organismo, y la organización sistemática se llevó a cabo de acuerdo a la clasificación presentada por Ortega (1984).

-15-

La relación de las especies comprende los siguientes aspectos: ubicación taxonómica, número consecutivo y nombre completo de la especie, indicando sus ilustraciones; las referencias de las obras utilizadas para su determinación, incluyendo sinonimia; descripción de las especies; distribución de cada una de ellas en la República Mexicana (Ortega, 1984), las estaciones donde fué recolectado el material, y en caso de algunas, distribución mundial; material que fué examinado, con su número de herbario correspondiente; y por último, se agregan observaciones relativas a los ejemplares observados.

La totalidad de taxa registrados se caracterizó por medio del Diagrama de Frecuencia contra Abundancia (Green, 1979; García de León, 1988; Guzmán, 1989), obteniendo así las especies dominantes, temporales y raras.

## 2) VARIABLES FISICOQUIMICAS

Las variables fisicoquímicas determinadas *in situ* fueron: temperatura del agua, con un termómetro de columna de mercurio Proper-Trophy, de  $-30^{\circ}$  a  $50^{\circ}$ C (Golterman, 1978; Odum, 1985); pH, con un potenciómetro Cole-Palmer, Modelo 5985-80 Digi-Sense (Golterman, 1978; Odum, 1985); transparencia, con el disco de Secchi (Golterman, 1978; Odum, 1985); profundidad, con sondaleza (Golterman, 1978; Odum, 1985); oxígeno disuelto, por el método de Winkler modificado (Contreras, 1984; Greenberg, et al., 1985; Franco, et al., 1989); CO<sub>2</sub> disuelto, por el método del NaOH (Contreras, 1984; Greenberg, et al., 1985; Franco, et al., 1989); alcalinidad total, por el método de la fenoftaleína (Contreras, 1984; Greenberg, et al., 1985; Franco, et al., 1989); dureza total, por el método del EDTA (Contreras, 1984; Greenberg, et al., 1985; Franco, et al., 1989); cloruros, por el método argentométrico (Contreras, 1984; Greenberg, et al., 1985; Franco, et al., 1989).

En el laboratorio se efectuó la técnica de silicatos, por el método del molibdato (Contreras, 1984). Las muestras para esta última técnica se transportaron al laboratorio a baja temperatura.

-16-

## 3) CORRELACION ENTRE LA FICOFLOTA Y LAS VARIABLES FISICOQUIMICAS.

Los resultados en cuanto a especies dominantes y variables fisicoquímicas se analizaron con el método de Componentes Principales (Cooley y Lohnes, 1971; Jeffers, 1978; Pla, 1986), los que posteriormente se procesaron con un Análisis de Correlación (Green, 1979; Scheffler, 1981), para la caracterización general del embalse.

## 4) CARACTERIZACION SAPROTROFICA DEL EMBALSE

Se llevó a cabo la comparación de las especies encontradas con respecto a la tabla de caracterización de cuerpos de agua de Sládeček (1963, 1973, 1981).

Se utilizaron los índices de Pantle y Buck y el de Zelinka y Marvan como descriptores biológicos del embalse en el aspecto de saprobiedad (Schowerbel, 1975; Sládeček, 1973), además del índice de Nygaard en el aspecto de trofismo (Round, 1981); el índice de similitud de Sørensen (Krebs, 1985) se utilizó para confirmar la homogeneidad de aparición de especies en los puntos muestreados.

Posteriormente se compararon niveles de trofismo con niveles de saprobiedad según la tabla de Vilaclara et al. (1991).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1) COMPOSICION FICOFLORESTICA

Se revisaron 144 muestras, en las cuales se determinaron 44 taxa organizados sistemáticamente de acuerdo con la clasificación presentada por Ortega (1984).

La clase BACILLARIOPHYCEAE representó un 34 % ; CHLOROPHYCEAE 27 % ; ZYGOPHYCEAE 12 % ; CYANOPHYCEAE 11 % ; EUGLENOPHYCEAE 9 % ; DINOPHYCEAE 5 % y la CHRYSOPHYCEAE 2 %.

### DESCRIPCION DE LOS Taxa

División CYANOPHYTA

Clase CYANOPHYCEAE

Orden CHROCOCCALES

Familia CHROCOCCACEAE

Género *Microcystis* Kützing 1833

1. *Microcystis aeruginosa* Kützing 1846

Lám. I, Fig. 1.

Geitler, 1932, p. 137, fig. 59 d; Prescott, 1951, p. 456, Lám. 102, figs. 1-4; Tiffany y Britton, 1952, p.336, Lám. 91, figs. 1053 y 1054; Desikachary, 1959, p. 93, Lám. 17 figs. 1 y 2; Lám. 18, fig. 10; Whitford y Schumacher, 1969, p. 129, Lám. 60, fig. 24 (con el nombre de *Polycystis aeruginosa*); Bourrelly, 1970, Tomo III, p. 314, Lám. 81, fig. 9; Yacubson, 1972, p. 16, Lám. 2, fig. 22; Therezien y Coute, 1976, p. 20; Parra et al., 1982, Vol. I, p. 24, Lám. 2, figs. 13 y 14; Ortega, 1984, p. 18, Lám. 3, figs. 1-3.

Sinonimia: *Clathrocystis aeruginosa* Kützing 1856; *Anacystis cyanea* Kützing 1956; Incl: var. *major* (Wittr.) Smith 1916.

Descripción.- Colonias planctónicas, amorfas, con células esféricas y/o ligeramente elongadas, agrupadas densamente dentro

de un mucilago incoloro, altamente granuladas. Diámetro celular de 3 a 5  $\mu\text{m}$ , diámetro colonial muy variable.

Distribución.- Lago de Chapultepec (D.F.); Convento de Actopan (Hgo.); Laguna de Victoria (Méx.); Lago de Pátzcuaro (Mich.); Laguna del Castillo, San Juan Bautista Tuxtepec (Oax.); Laguna de San Felipe Xochiltepec (Pue.). En el área de estudio, se encontró en las estaciones 1, 2, 3, 6, 7 y 8, en los meses de noviembre, mayo, junio y octubre. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 2, Angeles García 7, 22/nov/87, IZTA-352; estación 3, Angeles García 9, 22/nov/87, IZTA-354; estación 6, A. García 16, 22/nov/87, IZTA-361; estación 7, A. García 19, 22/nov/87, IZTA-364.

Observaciones.- Común en aguas duras, abundante a finales de verano. Cuando el medio es favorable para su crecimiento denso, el agua puede llegar a tomar una coloración pardo-rojiza. Componente frecuente de los florecimientos acuáticos, especialmente en lagos de características eutróficas, aunque también se presenta en una amplia gama de hábitats (Prescott, 1951). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

-19-

## 2. *Microcystis incerta* Lemmermann 1903

Lám. I, Fig. 2.

Geitler, 1932, p. 144, fig. 64; Smith, 1933, p. 556, fig. 457 B (con el nombre de *Polycystis*); Prescott, 1951, p. 457, Lám. 102, fig. 5; Tiffany y Britton, 1952, p. 336, Lám. 91, fig. 1055; Bourrelly, 1970, Tomo III, p. 314; Therezien y Coute, 1976, p. 20, Lám. 1, fig. 5; Parra et al., 1982, Vol. I, p. 25, Lám. 4, fig. 25; Ortega, 1984, p. 19, Lám. 3, fig. 5.

Sinonimia: *Microcystis pulverea* (Wood) Forti 1907; Incl: var. *incerta* (Lemmermann) Crow 1923.

Descripción.- Colonias planctónicas. Células esféricas encerradas en una matriz gelatinosa, hialina, formando una colonia esférica;

pseudovacúolas oscuras, pequeñas y más o menos abundantes. Colonia de 12 a 14  $\mu\text{m}$  de diámetro, y células de 2 a 3  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Distribución.- Laguna de Victoria (Méx). En la zona de estudio, se encontró únicamente en la estación 2, en el mes de noviembre. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 2, A. García 8, 22/nov/87, IZTA-353.

Observaciones.- Aparecen en lagos tanto de aguas duras como blandas, pero principalmente en aguas duras de lagos ricos en limo (Prescott, 1951). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

#### Orden NOSTOCALES

#### Familia NOSTOCACEAE

Género *Anabaena* Bory ex Bornet et Flahault 1822

#### 3. *Anabaena* sp.

Lám. I, Fig. 3.

Tilden, 1910, p. 185; Geitler, 1932, p. 868; Prescott, 1951, p. 510; Tiffany y Britton, 1952, p. 356; Desikachary, 1959, p. 391; Whitford y Schumacher, 1969, p. 141; Bourrelly, 1970, Tomo III, p. 418; Parra et al., 1981, Vol. I, p. 32.

Descripción.- Tricomas planctónicos, con ápices rectos, vaina inconspicua formando filamentos no ramificados. Heterocisto intercalar en forma de barril alargado, con cubierta hialina. Miden aproximadamente 4  $\mu\text{m}$  de diámetro por 10  $\mu\text{m}$  de longitud. No se observaron acinetos. Células en forma de barril, con gránulos evidentes de pigmento rojizo, de 4 a 5  $\mu\text{m}$  de diámetro, por 4 a 8  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- Ninguna de las especies citadas en la literatura consultada corresponde a la muestra analizada. En el área de estudio se le encontró en todas las estaciones, a partir del mes de mayo, hasta octubre. Especie temporal (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 2, A. García 44 y 45, 8/may/88, IZTA-389 y 390; estación 3, A. García 46 y 47, 8/may/88, IZTA-391 y 392; estación 4, A. García 48 y 49, 8/may/88, IZTA-393 y 394.

Observaciones.- Es común encontrar florecimientos de especies pertenecientes a éste género en aguas eutróficas, especialmente a finales de verano (Round, 1981).

#### Familia OSCILLATORIACEAE

Género *Lyngbya* Agardh ex Gomont 1824

4. *Lyngbya diguetii* Gomont 1895

Lám. I, Fig. 5.

Tilden, 1910, p. 115; Geitler, 1932, p. 1058, fig. 656-e ; Prescott, 1951, p. 500, Lám. 112, fig. 8; Tiffany y Britton, 1952, p. 339, Lám. 92, fig. 1070; Desikachary, 1959, p. 310, Lám. 53, fig. 8; Whitford y Schumacher, 1969, p. 138, Lám. 61, fig. 50; Bourrelly, 1970, Tomo III, p. 441; Parra et al., 1982, Vol. I, p. 41; Ortega, 1984, p. 37, Lám. 9, fig. 8.

-21-

Descripción.- Filamento planctónico no ramificado, cilíndrico, recto, solitario. Vaina firme, hialina, incolora, que sobresale del tricoma. Célula apical redondeada, sin caliptra. No existen constricciones en la pared celular. Pigmentación verdeazul brillante. Filamento de 4  $\mu\text{m}$  de diámetro, tricoma de 3  $\mu\text{m}$  de diámetro, y células de 2 a 3  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- Embalse de la Concepción, Tepozotlán (Méx.) (Moreno y Palacios, 1987). En el área de estudio, se encontró en la estación 2, en noviembre. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 2, A. García 7 y 8, 22/nov/87, IZTA-352 y 353; arrastre, A. García 41, 24/ene/88, IZTA-386.

Observaciones.- Común en aguas eutróficas a finales del verano (Round, 1981).

Género *Phormidium* Kützing ex Gomont 1843

5. *Phormidium retzii* (Agardh) Gomont 1890

Lám. I, Fig. 4.

Tilden, 1910, p. 102, Lám. 5, figs. 1-4; Geitler, 1932, pg. 1012, fig. 647 a-d; Tiffany y Britton, 1952, p. 352, Lám. 95, figs. 1105-1107; Desikachary, 1959, p. 268, Lám. 44, figs. 13 y 15; Ortega, 1984, p. 49, Lám. 12, fig. 13.

Sinonimia: *Phormidium papyrinum* Kützing 1843; *Lyngbya retzii* Agardh; *Lyngbya papyrina* Kirchn.; *Oscillatoria retzii* Agardh 1812.

Descripción.- Filamentos planctónicos con vaina fina, incolora. Tricoma cilíndrico sin constricción en sus uniones. Célula apical recta, sin caliptra. Pigmentación verdeazul clara y brillante. Filamento de 4  $\mu\text{m}$  de diámetro, tricoma de 3  $\mu\text{m}$  de diámetro, y células cuadradas a rectangulares, con una longitud de 3 a 11  $\mu\text{m}$ .

Distribución.- Barranca de Tequila (Jal.); Arroyo del Guardado (N.L.); Borde NE de Guaymas (Son.); Río de los Alisos, Imuris (Son.). En el área de estudio, se encontró en todas las estaciones, desde el mes de mayo hasta octubre. Especie dominante (Fig. 2).

-22-

Material examinado.- Estación 4, A. García 48 y 49, 8/may/88, IZTA-393 y 394; estación 5, A. García 51, 8/may/88, IZTA-396; estación 8, A. García 57, 8/may/88, IZTA-402; arrastre, A. García 58, 8/may/88, IZTA-403.

Observaciones.- Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

División CHROMOPHYTA

Clase CHRYSOPHYCEAE

Orden OCHROMONADALES

Familia SYNURACEAE

Género *Mallomonas* Perty 1852

6. *Mallomonas caudata* Iwanof 1899

Lám. II, Fig. 1.

Huber-Pestalozzi, 1941, p. 105, Lám. 23, fig. 137; Prescott, 1951, p. 372, Lám. 97, fig. 1; Tiffany y Britton, 1952, p. 298, Lám. 81, fig. 935; Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 104, Lám. 19, figs. 9 y 10; Whitford y Schumacher, 1969, p. 99, Lám. 45, fig. 2; Parra et al., 1982, Vol. II, p. 24, Lám. 8, figs. 68 y 69; Ortega, 1984, p. 68, Lám. 20, fig. 2.

Descripción.- Especie planctónica con células solitarias, ovoides, flageladas, de coloración parda. Cubierta en su totalidad con escamas ovales en series transversales; setas conspicuas de aproximadamente 30 a 70  $\mu\text{m}$  de largo, rectas, distribuidas en la superficie celular. Células de 20 a 30  $\mu\text{m}$  de diámetro, por 70 a 80  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- Lago de Pátzcuaro (Mich.). En el área de estudio se encontró en las estaciones 2 y 4, en octubre. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 2, A. García 101, 16/oct/88, IZTA-446; estación 4, A. García 104, 16/oct/88, IZTA-449.

Observaciones.- Característica de aguas oligosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Clase BACILLARIOPHYCEAE

Orden COSCINODISCALES

Familia COSCINODISCAEAE

Género *Aulacoseira* Thwaites 1848

7. *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen 1979

Lám. II, Fig. 2.

Hustedt, 1930, p. 87, fig. 44; Hustedt, 1930b, p. 248, figs. 104a-c, y 104e-f; Prescott, 1951, p. 944, Lám. 6, fig. 4; Tiffany y Britton, 1952, p. 221, Lám. 59, fig. 667; Bourrelly, 1968, Tomo

II, p. 261, Lám. 54, fig. 3; Whitford y Schumacher, 1969, p. 106, Lám. 49, fig. 4; Weber, 1971, p. 20, fig. 4; Lawson y Rushforth, 1975, p. 8, Lám. 1, fig. 5; Vinyard, 1979, p. 65, fig. 36; Germain, 1981, p. 24, Lám. 3, figs. 1-6; Rivera et al., 1982, Vol. IV, p. 19, Lám. 1, figs. 11-13; Ortega, 1984, p. 79, Lám. 22, fig. 8; Kramer y Lange-Bertalot, 1991, p. 22, Lám. 16, figs. 1, 2; Lám. 17, figs. 1-10; Lám. 18, figs. 1-14; Lám. 19, figs. 1-9.

Sinonimia: *Melosira punctata* (Smith) Cleve et Möller 1881; *Gaionella granulata* Ehrenberg, 1843; *Gaionella decussata* Ehrenberg 1843; *Melosira decussata* Kützing 1844; *Melosira granulata* var. *maxima* Ehrenberg 1853; *Orthosira punctata* Smith 1856; *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs 1861; *Melosira punctata* Juhlin-Dannfelt 1882; *Melosira granulata* var. *boryana* Pantocsek 1892; *Melosira granulata* var. *spinosa* Balachoncow 1901; *Melosira granulata* subsp. *punctata* Müller; *Melosira polymorpha* subsp. *granulata* Bethge 1925.

Descripción.- Filamentos planctónicos de células cilíndricas en vista conectiva y circulares en vista valvar. Espinas conspicuas en la zona marginal de las células apicales. Puntuaciones formando estrias en un arreglo ligeramente diagonal al eje longitudinal del filamento, 9-11 en 10  $\mu\text{m}$ . Células de 12 a 18  $\mu\text{m}$  de diámetro, y de 28 a 32  $\mu\text{m}$  de longitud.

-24-

Distribución.- Lago de Chapultepec (D.F.); Lago de Xochimilco (D.F.); San Miguel Regla (Hgo.); Lago de Pátzcuaro (Mich.); Rio Papaloapan, cercano a Tuxtepec (Oax.); Laguna de San Felipe Xochiltepec (Pue.). En el área de estudio se encontró en todas las estaciones de recolecta, durante todo el ciclo anual. Especie dominante (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 1 y 2, 24/oct/87, IZTA-346 y 347; estación 2, A. García 3 y 4, 24/oct/87, IZTA-348 y 349; estación 1, A. García 5 y 6, 22/nov/87, IZTA-350 y 351; estación 2, A. García 7 y 8, 22/nov/87, IZTA-352 y 353.

Observaciones.- Común en aguas eutróficas, por lo general duras, los florecimientos se presentan a mediados del verano cuando hay suficientes silicatos (Round, 1981). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

8. *Aulacoseira* sp. Thwaites 1848

Lám II, Fig. 3.

Hustedt, 1930, p. 82; Hustedt, 1930b, p. 19.

Sinonimia: Con algunas especies de *Melosira*.

Descripción.- Filamentos planctónicos de células cilíndricas más angostas y largas que la especie. En vista conectiva con espinas marginales conspicuas. Puntuaciones formando estrias ligeramente diagonales con respecto al eje longitudinal del filamento. Células de 8 a 12  $\mu$ m de diámetro, por 32 a 46  $\mu$ m de longitud.

Distribución.- En el área de estudio se encontró en todas las estaciones durante todo el ciclo anual. Dominante (Fig. 2).

-25-

Material examinado.- Estación 1, A. García 2, 24/oct/87, IZTA-347; estación 2, A. García 3, 24/oct/87, IZTA-348; estación 1, A. García 5, 22/nov/87, IZTA-350; estación 2, A. García 7, 22/nov/87, IZTA-352; estación 4, A. García 30 y 31, 24/ene/88, IZTA-375 y 376.

9. *Melosira varians* Agardh 1827

Lám. II, Fig. 4.

Hustedt, 1930, p. 85, fig. 41; Tiffany y Britton, 1952, p. 221, Lám. 59, fig. 673; Whitford y Schumacher, 1969, p. 106, Lám. 49, fig. 12; Weber, 1971, p. 21, fig. 8; Lawson y Rushforth, 1975, p. 8, Lám. 1, fig. 4; Vinyard, 1979, p. 65, fig. 34; Germain, 1981, p. 22, Lám. 3, figs. 9 y 10; Rivera et al., 1982, Vol. IV, p. 21, Lám. 2, figs. 29-31; Ortega, 1984, p. 81, Lám. 22, fig. 11; Kramer y Lange-Bertalot, 1991, p. 7, Lám. 3, fig. 8; Lám. 4, figs. 1-8.

Descripción.- Filamentos planctónicos, con células en forma de barril o cápsula en vista conectiva, de paredes aparentemente lisas, igual que el cíngulo. Las valvas se ven ligeramente convexas. Células de 16 a 20  $\mu\text{m}$  de diámetro, por 26 a 30  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- Alta Empresa, Lerma (Méx.). En el área de estudio se le encontró en todas las estaciones de recolecta, en mayo, junio y agosto. Especie temporal (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 1, 24/oct/87, IZTA-346; estación 2, A. García 4, 24/oct/87, IZTA-349; estación 4, A. García 32, 24/ene/88, IZTA-377; estación 4, A. García 48, 8/may/88, IZTA-393.

Observaciones.- Aparentemente suele ser muy abundante donde la concentración de nutrientes es alta, y el pH arriba de 7.0 (Whitford & Schumacher, 1969). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

-26-

Género *Stephanodiscus* Ehrenberg 1845

10. *Stephanodiscus astraee* (Ehrenberg) Grunow 1880

Lám. II, Fig. 5.

Hustedt, 1930, p. 110, fig. 85 a-b; Hustedt, 1930 b, p. 368, fig. 193; Prescott, 1951, p. 943, Lám. 5, fig. 8; Tiffany y Britton, 1952, p. 222, Lám. 60, fig. 676; Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 264, Lám. 54, figs. 14-17; Weber, 1971, p. 28, fig. 25; Rivera et al., 1982, Vol. IV, p. 17.

Sinonimia: *Discoplea rotula* Ehrenberg 1844; *Cyclotella rotula* Kützing 1844; *Cyclotella astraee* Kützing 1849; *Stephanodiscus aegyptiacus* Ehrenberg 1856; *Stephanodiscus astraee* var. *spinulosa* Grunow 1881.

Descripción.- Células planctónicas, solitarias; en vista conectiva con forma de tambor y con una protuberancia conspicua en cada valva; la vista valvar es circular, con puntuaciones formando

estrias radiales, 9 en  $10 \mu\text{m}$ , y con 12 puntos en  $10 \mu\text{m}$  en cada estria, las cuales en el área marginal son multiseriadas, y hacia la mitad de la valva, 2 ó 3 de ellas se unen gradualmente en una sola estria. Hacia el centro de cada valva, los puntos tienen un arreglo irregular, y dependiendo de el enfoque microscópico, la ornamentación cambia su aspecto. Al margen de las valvas se ve un cinturón de espinas cortas. Diámetro celular de 31 a  $45 \mu\text{m}$ .

Distribución.- Se presentó en todas las estaciones de recolecta, durante todo el ciclo anual. Especie dominante (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, *A. García* 1 y 2, 24/oct/87, IZTA-346 y 347; estación 2, *A. García* 3 y 4, 24/oct/87, IZTA-348 y 349; estación 1, *A. García* 5 y 6, 22/nov/87, IZTA-350 y 351; estación 2, *A. García* 7 y 8, 22/nov/87, IZTA-352 y 353.

Observaciones.- Común en aguas eutróficas a mediados del verano (Round, 1981). Característica de aguas desde oligosapróbicas hasta  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

-27-

#### Orden ARAPHIDALES

#### Familia FRAGILARIACEAE

Género *Fragilaria* Lyngbye 1819

11. *Fragilaria crotonensis* (Grunow) Kitton 1869

Lám. III, Fig. 1.

Hustedt, 1930, p. 137, fig. 125; Prescott, 1951, p. 945, Lám. 6, fig. 14; Tiffany y Britton, 1952, p. 232, Lám. 62, fig. 703; Hustedt, 1959, p. 143, fig. 658; Patrick y Reimer, 1966, p. 121, Lám. 3, figs. 11-12; Bourrelly, 1968, p. 292, Lám. 63, fig. 5 y Lám. 66, fig. 1; Whitford y Schumacher, 1969, p. 108, Lám. 50, fig. 11; Weber, 1971, p. 40, fig. 48; Benson y Rushforth, 1975, p. 51, Lám. 15, fig. 1; Lawson y Rushforth, 1975, p. 14, Lám. 5, fig. 9; Vinyard, 1979, p. 61, fig. 87; Germain, 1981, p. 64, Lám. 18, figs. 1 y 2; Rivera et al., 1982, Vol. IV, p. 29, Lám. 3, figs. 63 y 64; Ortega, 1984, p. 85, Lám. 24, figs. 9 y 10.

Sinonimia: *Synedra crotonensis* (Kitton) Cleve y Möll 1878; *Nitzschia pecten* Brun. 1880; *Synedra crotonensis* var. *prolongata* f. *belgica* Grunow 1881; *Fragilaria crotonensis* var. *prolongata* Grunow 1881; *Fragilaria pecten* Castracane 1882.

Descripción.- Filamentos planctónicos, con células unidas lateralmente en su parte media, en forma de bandas en su vista conectiva, valvas bilateralmente simétricas, engrosadas en el sitio de unión, estrías transversales, finas, 15 en  $10\ \mu\text{m}$ . Vista valvar con ápices capitados y pseudorafé estrecho. Diámetro celular en su parte más ancha, de 4 a  $6\ \mu\text{m}$ , con  $66$  a  $94\ \mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- Laguna de Victoria (Méx.). En el área de estudio se presentó en todas las estaciones de recolecta, durante todo el ciclo anual. Especie dominante (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 1 y 2, 24/oct/87, IZTA-346 y 347; estación 2, A. García 3 y 4, 24/oct/87, IZTA-348 y 349; estación 1, A. García 5 y 6, 22/nov/87, IZTA-350 y 351; estación 2, A. García 7 y 8, 22/nov/87, IZTA-352 y 353.

-28-

Observaciones.- Común en aguas eutróficas a mediados de verano (Round, 1981). Especie planctónica ampliamente distribuida en aguas mesotróficas; indiferente a pequeñas cantidades de NaCl (Patrick y Reimer, 1966). Característica de aguas desde oligosapróbicas hasta  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Género *Synedra* Ehrenberg 1830

12. *Synedra pulchella* (Ralfs) Kützing 1844

Lám. III, Fig. 2.

Hustedt, 1930, p. 160, fig. 187; Prescott, 1951, p. 945, Lám. 6, fig. 9; Tiffany y Britton, 1952, p. 236, Lám. 63, fig. 718; Hustedt, 1959, p. 191, fig. 688a; Patrick y Reimer, 1966, p. 146, Lám. 6, figs. 10 y 12; Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 294, Lám. 64, fig. 3 y Lám. 65, figs. 4 y 5; Weber, 1971, p. 43, fig. 57;

Germain, 1981, p. 78, Lám. 26, figs. 1-4; Rivera et al., 1982, Vol. IV, p. 32, Lám. 4, fig. 79.

Sinonimia: *Exilaria fasciculata* Greville 1823; *Ctenophora pulchella* Brébisson; *Synedra taervis* Kützing 1844; *Synedra gracilis* Smith 1853; *Synedra vertebra* Gregory 1855; *Synedra smithii* Ralfs 1861; *Synedra fasciculata* Grunow 1862; *Synedra pulchella* var. *smithii* (Ralfs) Grunow 1881; *Synedra pulchella* var. *abnormalis* Macchiati 1889; *Synedra pulchella* var. *subcapitata* y var. *capitata* Pantocsek 1912; *Synedra pulchella* var. *Grunowii* Frenguelli 1924.

Descripción.- Células planctónicas, solitarias, valvas simétricas bilateralmente, ápices atenuados, redondeados en vista valvar, no capitados. Estrias transversales, 13 en  $10 \mu\text{m}$ . Área central ligeramente ensanchada, hialina. Pseudorafé estrecho. Células de 5 a  $12 \mu\text{m}$  de diámetro, con 84 a  $144 \mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- En el área de estudio, se encontró en las estaciones 1, 2, 5, 6, 7 y 8, durante agosto y octubre. Especie temporal (Fig. 2).

-29-

Material examinado.- Estación 5, A. García 71, 22/jun/88, IZTA-416; estación 7, A. García 76, 22/jun/88, IZTA-421; estación 8, A. García 79, 22/jun/88, IZTA-424; estación 2, A. García 83, 14/ago/88, IZTA-428.

Observaciones.- Usualmente en aguas dulces de alto contenido mineral, o aguas ligeramente salobres (Patrick y Reimer, 1966). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

13. *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg 1831

Lám. III, Fig. 3.

Hustedt, 1930, p. 151, figs. 158 y 159; Tiffany y Britton, 1952, p. 237, Lám. 63, fig. 713; Hustedt, 1959, p. 195, fig. 691; Patrick y Reimer, 1966, p. 148, Lám. 7, figs. 1-2; Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 294, Lám. 64, fig. 5; Whitford y Schumacher, 1969, p. 109, Lám. 51, fig. 3; Weber, 1971, p. 45, fig. 60; Benson y Rushforth,

1975, p. 55, Lám. 14, fig. 1; Lawson y Rushforth, 1975, p. 16, Lám. 6, fig. 1; Vinyard, 1979, p. 71, fig. 100 y 103; Germain, 1981, p. 76, Láms. 24 y 168, fig. 8; Rivera *et al.*, 1982, Vol. IV, p. 32, Lám. 4, fig. 80; Ortega, 1984, p. 90, Lám. 25, fig. 6.

Sinonimia: *Bacillaria ulna* Nitzsche 1817; *Frustulia splendens* Kützing 1833; *Synedra acuta* Ehrenberg 1841; *Synedra lanceolata* Kützing 1844; *Synedra bicurvata* Beine ex Rabenhorst 1864; *Synedra ulna* var. *splendens* (Kützing) Van Heurck 1885; *Synedra ulna* var. *intermedia* Mereschowsky 1906; *Synedra ulna* var. *curta* Peragallo 1920; *Synedra ulna* var. *mongolica*, var. *mongolica* fo. *curta* Skvortzow 1928.

Descripción.- Células planctónicas, solitarias, valvas simétricas bilateralmente, ápices atenuados, redondeados, no capitados en vista valvar, y ensanchados en vista conectiva, rectos. Simetría bilateral, área central cuadrada, pseudorafé estrecho y lineal. Estriaciones transversales, 13 en 10  $\mu\text{m}$ . Células de 6 a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro, y de 140 a 340  $\mu\text{m}$  de longitud.

-30-

Distribución.- Río Lerma, cerca de Acámbaro (Gto.); Puente de Dios, Atotonilco (Hgo.); San Miguel Regla (Hgo.); Mineral del Monte (Hgo.); San Pedro y San Pablo (Hgo.); Río Moctezuma, Zimapán (Hgo.); Río Grande, Chapala (Jal.); Laguna de Victoria (Méx.); Laguna de Ararón (Mich.); Río Ejutla (Oax.); Río Atoyac (Oax.); Ojo de Agua (Oax.). En el área de estudio, apareció en todas las estaciones durante todo el ciclo anual. Especie dominante (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 1 y 2, 24/oct/87, IZTA-346 y 347; estación 2, A. García 3 y 4, 24/oct/87, IZTA-348 y 349; estación 2, A. García 8, 22/nov/87, IZTA-353; estación 4, A. García 12 y 13, 22/nov/87, IZTA-357 y 358.

Observaciones.- Común en aguas eutróficas (Round, 1981). La iconografía presentada en Whitford y Schumacher (1969) para la variedad *danica* (Kützing) Van Heurck 1885 es muy similar a la especie estudiada. En Patrick y Reimer (1966, pg. 151, Lám. 7,

fig. 10) tanto la iconografía como la descripción es muy similar a la mencionada variedad, con una ligera diferencia en su longitud y número de estrías por  $10 \mu\text{m}$ . Los mismos autores mencionan que frecuentemente se le encuentra en plancton de aguas dulces con pH cercano al neutro, y es indiferente a pequeñas cantidades de NaCl. En Germain (1981) la variedad *danica* (pg. 78, Lám. 25, figs. 7 y 8) es la que más se parece al organismo estudiado, y suele encontrarse en las mismas condiciones ambientales que la especie. Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

#### Orden BIRAPHIDALES

#### Familia NAVICULACEAE

Género *Amphora* Ehrenberg ex Kützing 1840

#### 14. *Amphora ovalis* var. *pediculus* Kützing

Lám. III, Fig. 4.

Van Heurck, 1899, p. 127, Lám. 1, fig. 19; Hustedt, 1930, p. 342, fig. 629; Prescott, 1951, p. 946, Lám. 7, fig. 15; Tiffany y Britton, 1952, p. 274, Lám. 73, fig. 855; Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 352, Lám. 92, figs. 7 y 8; Lám. 93, figs. 5 y 6; Whitford y Schumacher, 1969, p. 117, Lám. 56, fig. 22; Benson y Rushforth, 1975, p. 72, Lám. 33, fig. 2; Lawson y Rushforth, 1975, p. 42, Lám. 29, fig. 7; Vinyard, 1979, p. 52, fig. 105; Germain, 1981, p. 295, Lám. 108, figs. 3-5 (como *Amphora pediculus* Kützing); Rivera et al., 1982, Vol. IV, p. 37.

-31-

Descripción.- Células sésiles, embebidas en una vaina mucilaginosa que forma largos filamentos con numerosas células en su interior. Vista conectiva con caras cóncavas unidas, formando una figura elíptica con los ápices truncados y redondeados. Vista valvar naviculoide, con un margen marcadamente cóncavo y el otro casi recto, con una ligera protuberancia en su parte media; rafé giboso, excéntrico. Estrías transversales que rodean toda la célula, convergiendo en el centro de la vista conectiva, 13 en  $10 \mu\text{m}$ . Células de  $10$  a  $14 \mu\text{m}$  de diámetro en vista valvar, y de  $26$  a  $36 \mu\text{m}$  de longitud, con  $12$  a  $17 \mu\text{m}$  de diámetro en vista conectiva.

Distribución.- En el área de estudio fué abundante, en todas las estaciones litorales de recolecta.

Material examinado.- Estación 1, *A. García* 1 y 2, 24/oct/87, IZTA-346 y 347; estación 2, *A. García* 3 y 4, 24/oct/87, IZTA-348 y 349; estación 4, *A. García* 13, 22/nov/87, IZTA-358; estación 8, *A. García* 22, 22/nov/87, IZTA-367.

Observaciones.- La especie se encontró epifitando filamentos de *Oedogonium* sp. y *Mougeotia* sp.. Especie característica de aguas desde oligosapróbicas hasta  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Género *Cymbella* Agardh 1830

15. *Cymbella lanceolata* (Ehrenberg) Van Heurck 1830

Lám. III, Fig. 5.

Hustedt, 1930, p. 364, fig. 679; Prescott, 1951, p. 946, Lám. 7, fig. 7; Tiffany y Britton, 1952, p. 280, Lám. 74, fig. 872; Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 354; Whitford y Schumacher, 1969, p. 117, Lám. 56, fig. 16; Germain, 1981, p. 278, Lám. 101, figs. 1-2, y Lám. 168, fig. 9; Rivera et al., 1982, Vol. IV, p. 42, Lám. 7, fig. 129; Ortega, 1984, p. 103, Lám. 27, fig. 6.

-32-

Sinonimia: *Cocconema lanceolatum* (Agardh) Ehrenberg 1830.

Descripción.- Células planctónicas, solitarias. Vista conectiva rectangular, ligeramente engrosada en su parte media, sin bandas intercalares; valvas asimétricas en vista valvar, dorsalmente convexas, y ventralmente cóncavas, con una ligera protuberancia en su parte media. Rafé estrecho y excéntrico, curvado, con nódulos bien definidos, y desplazados hacia el margen ventral, con el área central despejada. Estrias transversales, ligeramente radiales, 14 en 10  $\mu$ m. Células de 20 a 22  $\mu$ m de diámetro, y de 70 a 80  $\mu$ m de longitud.

Distribución.- Buena Vista, en campo de batalla (Coah.); Almoloya y Lerma (Méx.); Cerro San Andrés (Mich.). En el área de estudio se

encontró en las estaciones 1, 4, 5 y 7, durante los meses de mayo y octubre. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 1, 24/oct/87, IZTA-346; estación 2, A. García 3 y 4, 24/oct/87, IZTA-348 y 349; estación 4, A. García 13, 22/nov/87, IZTA-358; estación 4, A. García 32, 24/ene/88, IZTA-377.

Observaciones.- Común en fitoplancton de lagos tropicales, pero en aguas frías se encuentra formando parte del bentos (Round, 1981). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Género *Gomphonema* Agardh 1824

16. *Gomphonema constrictum* Ehrenberg

Lám. IV, Fig. 1.

Hustedt, 1930, p. 377, fig. 714; Prescott, 1951, p. 948, Lám. 6, fig. 21; Tiffany y Britton, 1952, p. 271, Lám. 72, fig. 839; Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 364, Lám. 96, figs. 1 y 2; Whitford y Schumacher, 1969, p. 116, Lám. 55, fig. 19; Weber, 1971, p. 55, fig. 77; Benson y Rushforth, 1975, p. 77, Lám. 36, fig. 5; Lawson y Rushforth, 1975, p. 48, Lám. 34, fig. 4; Vinyard, 1979, p. 62, fig. 128 (como *Gomphonema constricta*); Germain, 1981, p. 301, Lám. 112, fig. 1-5, y Lám. 161, fig. 4; Rivera *et al.*, 1982, Vol. IV, p. 45.

-33-

Sinonimia: *Gomphonema truncatum* Ehrenberg.

Descripción.- Células sésiles, con pedúnculo gelatinoso, transversalmente asimétricas. Vista conectiva sin bandas intercalares, márgenes rectos con el ápice superior más ancho que el inferior. Vista valvar en forma de sarcófago egipcio, con el ápice superior capitado y más grande que el inferior. Campo axial estrecho y recto, rafé recto con nódulos centrales y polares conspicuos. Estrias transversales y ligeramente radiales, 13 en 10  $\mu$ m, con la puntuación bien definida, con un punto conspicuo y solitario en el área media. La distancia del ápice superior al nódulo central es más larga que del nódulo al ápice inferior. En

vista valvar el ápice superior tiene de 6 a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro, el ápice inferior 3  $\mu\text{m}$  de diámetro, área media de 10 a 12  $\mu\text{m}$  de diámetro y 26 a 40  $\mu\text{m}$  de longitud. En vista conectiva, el ápice superior mide de 8 a 16  $\mu\text{m}$  de diámetro, y el inferior de 5 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Distribución.- En el área de estudio se encontró en todas las estaciones litorales de recolecta.

Material examinado.- Varios ejemplares en la estación 1, A. García 1, 24/oct/87, IZTA-346; estación 2, A. García 3 y 4, 24/oct/87, IZTA-348 y 349; estación 4, A. García 13, 22/nov/87, IZTA-358; estación 8, A. García 22, 22/nov/87, IZTA-367.

Observaciones.- Se encontró epifitando los filamentos de *Oedogonium* sp. y *Mougeotia* sp.. Común en fitoplancton de aguas tropicales, pero se considera dentro del bentos en aguas más frías (Round, 1981). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

-34-

Género *Gyrosigma* Hassall 1845

17. *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst 1853

Lám. IV, Fig. 2.

Hustedt, 1930, p. 222, fig. 329; Prescott, 1951, p. 946, Lám. 7, fig. 14; Tiffany y Britton, 1952, p. 268, Lám. 66, fig. 759; Patrick y Reimer, 1966, p. 314, Lám. 23, fig. 1-3; Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 322, Lám. 77, figs. 6 y 7; Benson y Rushforth, 1975, p. 64, Lám. 25, fig. 3; Germain, 1981, p. 132, Lám. 49, figs. 2-5; Rivera et al., 1982, Vol. IV, p. 48.

Sinonimia: *Frustulia acuminata* Kützing 1883; *Navicula acuminata* Kützing 1844; *Pleurosigma acuminatum* (Kützing) Grunow 1860.

Descripción.- Células solitarias, planctónicas, con su vista conectiva lanceolada y con ápices truncados. Bandas conectivas inconspicuas. Vista valvar elongada y sigmoidal, estrechándose hacia los polos. Apices redondeados, rafé sigmoidal, central, con

puntas distales bifurcadas. Área axial estrecha, con una pequeña área central fusiforme. Las estrias están finamente punteadas, pareciendo líneas continuas, y las transversales son perpendiculares a las longitudinales, en éste caso tan finas ambas, que la cuadrícula que forman es casi indistinguible. En vista valvar la célula mide de 12 a 18  $\mu\text{m}$  de diámetro, y de 71 a 110  $\mu\text{m}$  de longitud, y en vista conectiva de 3 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Distribución.- En el área de estudio, se encontró en las estaciones 4, 5, 7 y 8, en los meses de enero, mayo y junio. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 4, A. García 32, 24/ene/88, IZTA-377; estación 8, A. García 39, 24/ene/88, IZTA-384; estación 4, A. García 49, 8/may/88, IZTA-394; estación 5, A. García 51, 8/may/88, IZTA-396.

Observaciones.- Generalmente eutrófica, de ambientes alcalinos y exclusivamente dulceacuícola (Patrick y Reimer, 1966). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

-35-

Género *Navicula* Bory 1822

18. *Navicula tuscula* Ehrenberg 1840

Lám. IV, Fig. 3.

Hustdet, 1930, p. 308, fig. 552; Tiffany y Britton, 1952, p. 255, Lám. 67, fig. 779; Patrick y Reimer, 1966, p. 539, Lám. 52, fig. 7; Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 336, Lám. 86, fig. 13; Vinyard, 1979, p. 65; Germain, 1981, p. 218, Lám. 81, figs. 5-7.

Sinonimia: *Stauroneis punctata* Kützing 1844; *Navicula punctata* Kützing 1870; *Navicula tuscula* fo. *rostrata* Hustdet 1930.

Descripción.- Células solitarias y planctónicas, con vista conectiva elíptica o casi rectangular, bandas intercalares inconspicuas, vista valvar elongada, ovalada, con una constricción en la base de los polos y ápices redondeados, capitados; campo axial estrecho, rafé recto con expansiones polares y central, y

nódulos pequeños. Estrias transversales ligeramente radiales, 14 en 10  $\mu\text{m}$ . Células de 6 a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro, y de 27 a 40  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- En el área de estudio, se encontró en todas las estaciones de recolecta, durante todo el ciclo anual. Especie dominante (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 1 y 2, 24/oct/87, IZTA-346 y 347; estación 2, A. García 3 y 4, 24/oct/87, IZTA-348 y 349; estación 2, A. García 7 y 8, 22/nov/87, IZTA-352 y 353; estación 3, A. García 10, 22/nov/87, IZTA-355; estación 4, A. García 13, 22/nov/87, IZTA-358.

Género *Pinnularia* Ehrenberg 1840

19. *Pinnularia maior* (Kützing) Rabenhorst 1853

Lám. IV, Fig. 4.

Hustedt, 1930, p. 331, fig. 614; Prescott, 1951, p. 949, Lám. 7, fig. 10; Tiffany y Britton, 1952, p. 260, Lám. 68, fig. 795; Patrick y Reimer, 1966, p. 629, Lám. 61, fig. 4; Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 344, Lám. 89, fig. 2; Lám. 90, fig. 8; Whitford y Schumacher, 1969, p. 115, Lám. 55, fig. 10; Lawson y Rushforth, 1975, p. 41, Lám. 29, fig. 5; Germain, 1981, p. 260, Lám. 93, fig. 3, y Lám. 94, figs. 1-4; Rivera et al., 1982, Vol. IV, p. 59, Lám. 13, fig. 204.

-36-

Sinonimia: *Frustulia maior* Kützing 1833; *Navicula maior* (Kützing) Kützing 1844.

Descripción.- Células planctónicas, solitarias, simétricas, con vista conectiva rectangular y bandas intercalares inconspicuas; vista valvar elongada con los extremos redondeados. Área axial ancha, de aproximadamente un tercio del diámetro de la valva, expandida en el centro y estrechándose en los polos; rafé ancho, recto, y ganchos en las fisuras polares. Estrias transversales formando costillas convergentes en los polos, 6 en 10  $\mu\text{m}$ , cruzadas

por 2 líneas paralelas a cada margen. Células de 20 a 30  $\mu\text{m}$  de diámetro, y de 90 a 150  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- En el área de estudio, se encontró en noviembre, enero y mayo, en todas las estaciones litorales de recolecta. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 5, 22/nov/87, IZTA-350; estación 2, A. García 7 y 8, 22/nov/87, IZTA-352 y 353; estación 3, A. García 9 y 10, 22/nov/87, IZTA-354 y 355; estación 7, A. García 18 y 19, 22/nov/87, IZTA-363 y 364.

Observaciones.- Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

20. *Pinnularia subcapitata* var. *Hilseana* Cleve 1895

Lám. IV, Fig. 5.

Hustdet, 1930, p. 317, fig. 572; Patrick y Reimer, 1966, p. 595, Lám. 55, fig. 5 (como *Pinnularia hilseana*); Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 346, Lám. 88, fig. 11 (como *Pinnularia mesolepta*); Germain, 1981, p. 244, Lám. 88, figs. 9-13; Rivera et al., 1982, Vol. IV, p. 60, Lám. 13, fig. 208; Ortega, 1984, p. 115, Lám. 30, fig. 5 (como *Navicula capitata* Ehrenberg 1838).

-37-

Sinonimia: *Pinnularia capitata* Ehrenberg 1848; *Pinnularia hilseana* var. *hilseana* Janisch 1860.

Descripción.- Células sésiles, fusiformes con los ápices estrechos y redondeados, y una pequeña protuberancia en la parte media; pedúnculo gelatinoso. Estrias transversales y finas, 12 en 10  $\mu\text{m}$ . Células pequeñas, de 4 a 5  $\mu\text{m}$  de diámetro y 28 a 38  $\mu\text{m}$  de longitud en vista valvar, y de 4 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro en vista conectiva.

Distribución.- En el área de estudio, se encontró en todas las estaciones litorales.

Material examinado.- Estación 1, A. García 1 y 2, 24/oct/87, IZTA-346 y 347; estación 2, A. García 4, 24/oct/87, IZTA-349; estación 4, A. García 13, 22/nov/87, IZTA-358; estación 8, A. García 22, 22/nov/87, IZTA-367.

Observaciones.- La especie se encontró epifitando filamentos de *Oedogonium* sp. y de *Mougeotia* sp.. Patrick y Reimer (1966) hacen una pequeña discusión de sus razones para no incluir éste organismo como una variedad de la especie *Pinnularia subcapitata*, basándose en la estructura de sus estrias y nódulos terminales, y algunos datos ecológicos como son que ésta especie solo aparece en aguas ácidas; sin embargo, Cleve (1895), Müller (1898) y Hustedt (1930) sí la consideran variedad de la especie, criterio que se siguió en éste trabajo. Característica de aguas desde xenosapróbicas hasta oligosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Género *Surirella* Turpin 1828

21. *Surirella ovalis* Brébisson

Lám. IV, Fig. 6.

-38-

Hustdet, 1930, p. 441, figs. 860 y 861; Prescott, 1951, p. 943, Lám. 5, fig. 14; Tiffany y Britton, 1952, p. 296, Lám. 79, fig. 922; Bourrelly, 1968, Tomo II, p. 390; Weber, 1971, p. 88, fig. 139; Benson y Rushforth, 1975, p. 85, Lám. 32, fig. 5; Lawson y Rushforth, 1975, p. 56, Lám. 40, fig. 3; Vinyard, 1979, p. 71; Germain, 1981, p. 388, Lám. 151, figs. 1-12; Rivera et al., 1982, Vol. IV, p. 66, Lám. 15, fig. 236 (como variedad *ovalis*).

Descripción.- Célula solitaria, planctónica, ovada en vista valvar; pseudorafé liso, axial, de aproximadamente 7  $\mu\text{m}$  de ancho. Una franja angosta paralela al margen atraviesa las costas a una tercera parte del borde celular; costas conspicuas, ligeramente radiales y convergiendo en los polos. Vista conectiva rectangular con los ápices redondeados, sin bandas conectivas, pero las costas cubren un tercio de cada lado de la conexión, 4 en 10  $\mu\text{m}$ . Células de 35 a 45  $\mu\text{m}$  de diámetro, con 96 a 148  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- En el área de estudio, se encontró en las estaciones 1, 7 y 8, en enero, mayo y junio. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 8, A. García 22, 22/nov/87, IZTA-367; estación 1, A. García 24, 24/ene/88, IZTA-369; estación 7, A. García 37 y 38, 24/ene/88, IZTA-382 y 383; estación 7, A. García 54 y 55, 8/may/88, IZTA-399 y 400.

Observaciones.- Común en el fitoplancton de lagos tropicales, pero también se le encuentra en el bentos de aguas más frías (Round, 1981).

Division PYRRROPHYTA

Clase DINOPHYCEAE

Orden PERIDINIALES

Familia CERATIACEAE

Género *Ceratium* Schrank 1793

22. *Ceratium hirundinella* forma *furcoides* Schröder 1918

Lám. V, Fig. 1.

-39-

Prescott, 1951, p. 437, Lám. 92, figs. 4 y 5; Tiffany y Britton, 1952, p. 314; Huber-Pestalozzi y Fott, 1968, p. 260, fig. 277, 1; Whitford y Schumacher, 1969, p. 123, Lám. 59, fig. 23; Bourrelly, 1970, p. 84, Lám. 18, figs. 5 y 6; Benson y Rushforth, 1975, p. 45; Parra et al., 1982, Vol. III, p. 38; Ortega, 1984, p. 156, Lám. 42, figs. 4-6.

Descripción.- Células solitarias, planctónicas, muy asimétricas y ligeramente aplanadas dorsiventralmente, con un largo cuerno recto, delgado y de ápice truncado diagonalmente, situado en la epiteca, y dos cuernos más cortos y robustos, ahusados, uno más largo que el otro, situados en la hipoteca. Cíngulum interrumpido en la vista ventral por una gran placa; célula finamente reticulada, de 48 a 70  $\mu\text{m}$  de diámetro y de 178 a 246  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- Lago de Chapultepec (D.F.); Mixquic, Tláhuac (D.F.); Lago de Xochimilco (D.F.); Lago de Chapala (Jal.); Lerma (Méx.); Laguna de Xaltocan (Méx.); Presa Guadalupe (Méx.); Lago de Pátzcuaro (Mich.); Lago de Zirahuén (Mich.); Laguna de Alchichica (Pue.-Ver.). En el área de estudio se encontró en todas las estaciones, durante todo el ciclo anual. Especie dominante (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 2, 24/oct/87, IZTA-347; estación 2, A. García 3, 24/oct/87, IZTA-348; estación 2, A. García 7 y 8, 22/nov/87, IZTA-352 y 353; estación 5, A. García 14 y 15, 22/nov/87, IZTA-359 y 360.

Observaciones.- La especie muestra una gran variedad en la forma de su célula y número de cuernos, entre otras características; es común en aguas duras, formando florecimientos que se desarrollan y desaparecen rápidamente. Frecuentemente se realizan estudios ecológicos y limnológicos en relación a ésta especie, debido a la gran cantidad de nitrógeno, fósforo y productos de fotosíntesis que se acumulan en el organismo (Prescott, 1951), aunque hasta ahora no se han reportado estudios similares en México. Las formas similares a la encontrada en este estudio son la *furcoides* y la *silesiacum*, que se diferencian en la vista lateral, donde la primera presenta sobre un mismo eje el cuerno apical y la espina antapical, que es el caso presente, mientras que la segunda tiene desfasada la espina antapical (Huber - Pestalozzi y Fott, 1968). Característica de aguas oligosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

-40-

#### Familia PERIDINIACEAE

Género *Peridinium* Ehrenberg 1832

23. *Peridinium cf. palustre* (Lindem) Lef.

Lám. V, Fig. 2.

Prescott, 1951, p. 431; Tiffany y Britton, 1952, p. 310; Huber-Pestalozzi y Fott, 1968, p. 204, fig. 194 a-g; Whitford y Schumacher, 1969, p. 122; Bourrelly, 1970, Tomo III, p. 58; Parra et al., 1982, Vol. III, p. 37, Lám. 6, fig. 23.

Sinonimia: *Peridinium cinctum* var. *palustre* Lindem., *Peridinium Chalubinskii* Wol., *Peridinium Raciborskii* var. *palustre* Lindem.

Descripción.- Células solitarias, móviles, globosas y ligeramente aplanadas dorsiventralmente, con un flagelo visible. Cuernos ausentes, cubierta con una teca, además del cingulum y sulcus característicos de los peridiniales. El primero divide a la célula en dos partes casi iguales, la hipoteca más chica que la epiteca, presentando finos filamentos hialinos entrecruzados. Retículo evidente en cada placa, las cuales están separadas unas de otras por suturas anchas estriadas. Células de 20 a 69  $\mu\text{m}$  de diámetro, y de 24 a 70  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- En el área de estudio se encontró en las estaciones 7 y 8, en los meses de noviembre y agosto. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 2, 24/oct/87, IZTA-347; estación 2, A. García 3, 24/oct/87, IZTA-348; estación 1, A. García 6, 22/nov/87, IZTA-351; estación 3, A. García 9 y 10, 22/nov/87, IZTA-354 y 355; estación 4, A. García 12, 22/nov/87, IZTA-357.

-41-

Observaciones.- Común en aguas ácidas, con pH de 3 a 5, pero se les ha llegado a encontrar en aguas con pH de 6 a 7 (Huber-Pestalozii y Fott, 1968). Las formas de *Peridinium palustre* son muy cercanas a las de *Peridinium cinctum*, pero la ecología del primero es muy interesante, pues es una forma severamente estenobionte, que necesita de un pH muy bajo para su presencia, no tan alto como 5, pero si cercano a 4, aunque en contadas ocasiones llega a proliferar en pH de 7. También es importante un bajo contenido de calcio, menos de 5 mg por litro de CaO. También influye el contenido de sales inorgánicas como cloruros, a lo sumo 10 mg por litro de  $\text{Cl}^-$  deben estar disponibles (severo halofobo); sulfatos y carbonatos en el grado de oligotrofia. La especie puede vivir en las aguas altas de los arroyos y en aguas de estanques con subsuelo *moorigen*; en mares de condiciones oligotróficas; la materia orgánica no influye mucho, pues puede aparecer en aguas politróficas con materia húmica, y en oligotrofia húmica.

División EUGLENOPHYTA  
Clase EUGLENOPHYCEAE  
Orden EUGLENALES  
Familia EUGLENACEAE  
Género *Euglena* Ehrenberg 1830  
24. *Euglena* sp.  
Lám VI, Fig. 1.

Prescott, 1951, p. 389; Tiffany y Britton, 1952, p. 316; Whitford y Schumacher, 1969, p. 83; Bourrelly, 1970, Tomo III, p. 131; Parra et al., 1982, Vol. III, p. 63.

Descripción.- Célula planctónica, solitaria, móvil, piriforme, con un flagelo visible en su parte más ancha. Célula altamente metabólica (con evidente movimiento en su contenido celular), estigma pequeño de color rojo situado en la parte más angosta de la célula, plasto verde muy granulado, y periplasto sin ornamentación visible. Células de 24 a 28  $\mu\text{m}$  de diámetro, y de 52 a 54  $\mu\text{m}$  de longitud.

-42-

Distribución.- En el área de estudio solo se encontró en la estación 7, en el mes de agosto. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 7, A. García 93, 14/ago/88, IZTA-438; estación 8, A. García 96, 14/ago/88, IZTA-441; arrastre, A. García 97, 14/ago/88, IZTA-442.

Observaciones.- Se les puede encontrar en aguas con cierto grado de acidez, con un pH de 3 a 5 (Round, 1981). En éste caso, el organismo al ser preservado en formol, perdió su forma, quedando como una masa amorfa de color parduzco, suponemos que lo mismo pasó con el aceto-lugol, pues la única manera de observarlo adecuadamente fué en las muestras *in vivo*.

Género *Phacus* Dujardin 1841  
25. *Phacus longicauda* (Ehrenberg) Dujardin 1841  
Lám. VI, Fig. 2.

Prescott, 1951, p. 400, Lám. 87, fig. 1; Tiffany y Britton, 1952, p. 323, Lám. 88, fig. 1022; Huber-Pestalozzi, 1955, p. 220, Lám. 49, fig. 299; Whitford y Schumacher, 1969, p. 85, Lám. 43, fig. 28; Bourrelly, Tomo III, 1970, p. 135, Lám. 29, fig. 12; Parra et al., 1982, Vol. III, p. 66, Lám. 5, figs. 63-65; Ortega, 1984, p. 175, Lám. 48, fig. 3 (la figura no muy similar).

Descripción.- Célula planctónica, solitaria, móvil, ovoide y ligeramente aplanada. Punta posterior con una larga espina recta ahusada. Periplasto rígido, no metabólico (no se notó movimiento en su contenido celular), longitudinalmente estriado; un flagelo visible, saliendo de un vestíbulo o tracto en la parte anterior de la célula. Estigma presente. Células de 48 a 50  $\mu\text{m}$  de diámetro, con 160 a 164  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- Lago de Chapultepec (D.F.); Lago de Xochimilco (D.F.); Lerma (Méx.). En el área de estudio, se encontró en las estaciones 4, 5, 6, 7 y 8 en los meses de agosto y octubre. Especie rara (Fig. 2).

-43-

Material examinado.- Estación 4, A. García 87, 14/ago/88, IZTA-432; estación 5, A. García 89 y 90, 14/ago/88, IZTA-434 y 435; estación 6, A. García 91, 14/ago/88, IZTA-436; estación 7, A. García 93, 14/ago/88, IZTA-438.

Observaciones.- Característica de aguas desde  $\beta$ -mesosapróbicas hasta  $\alpha$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973). Este organismo no se vió afectado en su morfología por los fijadores.

Género *Trachelomonas* Ehrenberg 1833

26. *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein 1878

Lám. VI, Fig. 3.

Prescott, 1951, p. 414. Lám. 83, fig. 35; Conrad y Meel, 1952, p. 48, Lám. 4, fig. 16 (más parecida a la variedad *coronata* y/o a la forma *patula*); Tiffany y Britton, 1952, p. 327, Lám. 88, fig. 1027; Huber-Pestalozzi, 1955, p. 295, Lám. 63, fig. 520; Whitford

y Schumacher, 1969, p. 86, Lám. 43, fig. 43; Bourrelly, 1970, Tomo III, p. 140, Lám. 33, fig. 15 (como *Trachelomonas hispida* var. *crenulatocollis* (Mask.) Lemm.); Parra et al., 1982, Vol. III, p. 69, Lám. 7, figs. 116-118; Ortega, 1984, p. 180, Lám. 49, fig. 8.

Descripción.- Célula planctónica, solitaria, móvil, rojiza y ovoide, con un largo flagelo saliendo de un cuello en forma de corona. Lórica rígida, cubierta densamente con espinas pequeñas; protoplasto altamente metabólico; estigma en el polo anterior. Células de 16 a 20  $\mu$ m de diámetro, y 20 a 25  $\mu$ m de longitud.

Distribución.- Lago de Chapultepec (D.F.); Lago de Xochimilco (D.F.); Tulancingo (Hgo.); Lerma (Méx.); Lagunas El Rodeo y Coatetelco, en Miaatlán (Mor.); Michapa, en Tetecala (Mor.); Mandinga (Ver.). En el área de estudio, apareció en todas las estaciones de recolecta, en los meses de junio, agosto y octubre. Especie temporal (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 2, 24/oct/87, IZTA-347; estación 2, A. García 3, 24/oct/87, IZTA-348; estación 6, A. García 72, 22/jun/88, IZTA-427; arrastre, A. García 80, 22/jun/88, IZTA-425; estación 1, A. García 81 y 82, 14/ago/88, IZTA-426 y 427.

-44-

Observaciones.- La especie aparece frecuentemente en aguas poco profundas y con bajas concentraciones de oxígeno, como pantanos, diques y lagunas, especialmente donde hay altas temperaturas y elevada concentración de materia orgánica, puede llegar a ser tan abundante, que el agua toma un color pardo (Prescott, 1951). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973). No se vió afectado en su morfología por los fijadores.

27. *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg 1834

Lám. VI, Fig. 4.

Prescott, 1951, p. 419, Lám. 83, figs. 1, 7 y 8; Conrad y Meel, 1952, p. 25, Lám. 2, fig. 26 (no muy similar); Tiffany y Britton, 1952, p. 326, Lám. 88, fig. 1026; Huber-Pestalozzi, 1955, p. 251.

Lám. 56, fig. 349; Whitford y Schumacher, 1969, p. 86, Lám. 44, fig. 3; Parra et al., 1982, Vol. III, p. 71, Lám. 9, figs. 147 y 148; Ortega, 1984, p. 182, Lám. 49, fig. 15.

Descripción.- Célula planctónica, esférica, amarillo-rojiza, solitaria y móvil, con un flagelo visible relativamente largo. Lórica lisa, sin collar, pero con una invaginación (citosoma) de la que sale el flagelo. Estigma presente. Células de 12 a 20  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Distribución.- Lago de Chapultepec (D.F.); Lago de Xochimilco (D.F.); Tulancingo (Hgo.); Lerma (Méx.); Lagunas de El Rodeo y Coatetelco, en Miaatlán (Mor.); Michapa en Tetecala (Méx.-Mor.); Laguna de Zempoala, Km 65 de la carretera México-Ocuilan; Laguna de Labradores (N.L.); Apizaco (Tlax.). En el área de estudio, apareció en todas las estaciones, excepto la 2, durante los meses de agosto y octubre. Especie temporal (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 2, 24/oct/87, IZTA-347; estación 2, A. García 3, 24/oct/87, IZTA-348; estación 4, A. García 13, 22/nov/87, IZTA-358; estación 8, A. García 22, 22/nov/87, IZTA-367; estación 4, A. García 32, 24/ene/88, IZTA-377.

-45-

Observaciones.- Común en diversos hábitats como estanques, pantanos, diques, y en arrastres de Lagos (Prescott, 1951). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

División CHLOROPHYTA

Clase CHLOROPHYCEAE

Orden CHLOROCOCCALES

Familia DICTYOSPHAERACEAE

Género *Botryococcus* Kützing 1849

28. *Botryococcus braunii* Kützing 1849

Lám. VII, Fig. 1.

Prescott, 1951, p. 232, Lám. 52, figs. 1, 2 y 11; Tiffany y Britton, 1952, p. 207, Lám. 57, figs. 642 y 643; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 200, Lám. 32, fig. 4; Philipose, 1967, p. 195, fig. 108; Whitford y Schumacher, 1969, p. 43, Lám. 12, fig. 2; Yacubson, 1969, p. 27, Lám. 8, fig. 62 y Lám. 17, fig. 115; Yacubson, 1974, p. 17, Lám. 3, fig. 44; Komárek y Fott, 1983, p. 378, Lám. 113, figs. 4a-g y 5a-b; Parra et al., 1983, Vol. V, p. 70, Lám. 19, figs. 187 y 188; Ortega, 1984, p. 215, Lám. 58, figs. 4 y 5.

Sinonimia: *Botryococcus giganteus* Reinsch 1877; *Gomphosphaeria aurantiaca* Bleisch *sensu* Dang 1889; *Thallosesmium wallichianum* Turn 1892; *Ineffigiata neglecta* West & West 1897.

Descripción.- Especie planctónica, amorfa, formada por colonias mucilaginosas arregladas en racimos, conectadas unas a otras por canales elongados gelatinosos. Células ovadas o piriformes, altamente granuladas, orientadas de un modo ligeramente radial con respecto al canal gelatinoso, y conteniendo gotas de aceite que le dan a la colonia una coloración parda. Colonia con mucílago mide 67  $\mu\text{m}$  de diámetro, colonia sin medir el mucílago mide 52  $\mu\text{m}$  de diámetro, racimo de 16  $\mu\text{m}$  de diámetro y células de 3 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro, y 5 a 10  $\mu\text{m}$  de longitud.

-46-

Distribución.- Lago de Pátzcuaro (Mich.); Laguna de San Felipe Xochiltepec (Pue.). En el área de estudio solo apareció en la estación 8, en el mes de octubre. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 4, A. García 13, 22/nov/87, IZTA-358; estación 8, A. García 112, 16/oct/88, IZTA-457.

Observaciones.- Es común encontrar florecimientos de esta especie en verano, con tal cantidad de organismos que reducen el índice de fotosíntesis, agotan los nutrientes y se acumulan productos extracelulares (Round, 1981). Característica de aguas desde oligosapróbicas hasta  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Familia HYDRODICTYACEAE

Género *Pediastrum* Meyen 1829

29. *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* (Bailey) Rabenhorst 1862

Lám. VII, Fig. 2.

Smith, 1933, p. 243, fig. 155-C; Prescott, 1951, p. 227, Lám. 50, figs. 4 y 5; Tiffany y Britton, 1952, p. 110, Lám. 30, fig. 292; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 226; Philipose, 1967, p. 115, figs. 36 d-h; Whitford y Schumacher, 1969, p. 41, Lám. 11, fig. 6; Yacubson, 1974, p. 23, Lám. 6, fig. 91; Komárek y Fott, 1983, p. 290, Lám. 85, fig. 2 Parra et al., 1983, p. 90. Lám. 34, figs. 393-395; Ortega, 1984, p. 228. Lám. 62, fig. 7.

Sinonimia: *Pediastrum biwae* Negro 1954; *Pediastrum simplex* var. *biwaense* Fukush 1956.

Descripción.- Cenobio planctónico, discoidal, perforado, compuesto de células dispuestas en círculos concéntricos, en un solo plano y unidas en su base, diferenciadas morfológicamente en células marginales con una prolongación simple, y células internas con la prolongación más corta y achatada. Cloroplasto grande, cercano a la pared celular y con un pirenoide. Cenobios con 8 a 32 células, de 84 a 114  $\mu\text{m}$  de diámetro; células interiores de 10 a 14  $\mu\text{m}$  de diámetro; células exteriores de 4 a 8  $\mu\text{m}$  de diámetro, y de 16 a 24  $\mu\text{m}$  de longitud.

-47-

Distribución.- Lago de Chapultepec (D.F.); Lago de Pátzcuaro (Mich.). En el área de estudio apareció a lo largo de todo el ciclo anual y en todas las estaciones de recolecta. Especie dominante (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 1 y 2, 24/oct/87, IZTA-346 y 347; estación 2, A. García 3 y 4, 24/oct/87, IZTA-348 y 349; estación 1, A. García 5 y 6, 22/nov/87, IZTA-350 y 351; estación 2, A. García 7 y 8, 22/nov/87, IZTA-352 y 353.

Observaciones.- Planctónica en aguas estancadas como reservorios, tanques, lagos, además de canales y ríos (Philipose, 1967).

30. *Pediastrum simplex* var. *simplex* (Meyen) Lemmermann 1897  
Lám. VII, Fig. 3.

Smith, 1933, p. 243, fig. 155-C; Prescott, 1951, p. 27, Lám. 50, fig. 2; Tiffany y Britton, 1952, p. 110, Lám. 30, figs. 290 y 291; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 226, Lám. 38, fig. 4; Philipose, 1967, p. 113, figs. 36 A-C; Whitford y Schumacher, 1969, p. 41, Lám. 11, fig. 6; Komárek y Fott, 1983, p. 288, Lám. 84, Figs. 1a-f; Parra et al., 1983, Vol. V, p. 90, Lám. 34, fig. 393; Ortega, 1984, p. 230, Lám. 62, fig. 6.

Sinonimia: *Pediastrum ovatum* (Ehrenberg) Brébisson 1855; *Pediastrum triangulum* (Ehrenberg) Brébisson 1855; *Pediastrum duodenarium* (Bail.) Rabenhorst 1862; *Pediastrum enoplon* West & West 1895; *Pediastrum clathratum* (Schröt.) Lemmermann 1897; *Pediastrum schroeteri* Lemmermann 1897. Parra (1979), en su monografía sobre el género *Pediastrum*, señala 54 taxa que entran en sinonimia con *Pediastrum simplex* var. *simplex* entre los cuales están: *Pediastrum simplex* var. *clathratum*, *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* y *Pediastrum clathratum*.

-48-

Descripción.- Cenobios planctónicos, circulares, perforados y planos, formados de una sola capa de células con grandes perforaciones entre ellas, y arregladas en 2 a 4 hileras concéntricas; células marginales con una sola prolongación, terminando en punta, y células interiores similares, pero con la proyección mucho más robusta, corta, redondeada. Un solo pirenoide conspicuo y cloroplasto que llena el total de la célula. Pared celular punteada. Cenobios de 16 a 64 células, con 46 a 110  $\mu\text{m}$  de diámetro. Células interiores de 8 a 14  $\mu\text{m}$  de diámetro por 12 a 16  $\mu\text{m}$  de longitud; células exteriores de 5 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro por 16 a 22  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- Lago de Chapultepec (D.F.); Lago de Pátzcuaro (Mich.). En el área de estudio apareció en todas las estaciones y durante todo el ciclo anual. Especie dominante (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, *A. García* 1 y 2, 24/oct/87, IZTA-346 y 347; estación 2, *A. García* 3 y 4, 24/oct/87, IZTA-348 y 349; estación 1, *A. García* 5 y 6, 22/nov/87, IZTA-350 y 351; estación 2, *A. García* 7 y 8, 22/nov/87, IZTA-352 y 353.

Observaciones.- Común en el plancton de diversos lagos y cuerpos de agua eutróficos (Prescott, 1951; Round, 1981).

Familia OOCYSTACEAE

Género *Chlorella* Beijerinck 1890

31. *Chlorella vulgaris* Beijerinck 1890

Lám. VII, Fig. 4.

Prescott, 1951, p. 273, Lám.53, fig. 13; Tiffany y Britton, 1952, p. 114, Lám. 29, fig. 280; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 163, Lám. 24, fig. 1; Philipose, 1967, p. 173, figs. 82 A-D; Whitford y Schumacher, 1969, p. 45, Lám. 12, fig. 7; Komárek y Fott, 1983, p. 594, Lám. 168, figs. 2a-c; Parra et al., 1983, Vol. V, p. 59, Lám. 12, figs. 107 y 108; Ortega, 1984, p. 207, Lám. 56, fig. 8.

Descripción.- Células planctónicas, esféricas u ovadas, solitarias y/o agregadas por una capa mucilaginoso muy delgada. Cloroplasto parietal en forma de copa, pirenoide inconspicuo. Células de 3 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro.

-49-

Distribución.- Lago de Chapultepec (Méx.); Cd. Universitaria (D.F.); Lago de Xochimilco (D.F.); Laguna de Victoria (Méx.). En el área de estudio apareció en las estaciones 1, 4 y 5, durante los meses de enero, mayo, agosto y octubre. Especie temporal (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 2, *A. García* 8, 22/nov/87, IZTA-353; estación 7, *A. García* 18, 22/nov/87, IZTA-363; estación 1, *A. García* 25, 24/ene/88, IZTA-370; estación 5, *A. García* 33, 25/ene/88, IZTA-378; estación 4, *A. García* 48, 8/may/88, IZTA-393.

Observaciones.- Común en pequeños lagos y estanques, especialmente donde hay elevada concentración de materia orgánica (Prescott,

1951). Característica de aguas desde polisapróbicas hasta  $\alpha$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Género *Kirchneriella* Schmidle 1893

32. *Kirchneriella lunaris* (Kirchn.) Moeb. 1894

Lám. VII, Fig. 5.

Prescott, 1951, p. 258, Lám. 58, fig. 2; Tiffany y Britton, 1952, p. 115, Lám. 31, fig. 308; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 180; Philipose, 1967, p. 222, fig. 131; Whitford y Schumacher, 1969, p. 49, Lám. 13, fig. 11; Yacubson, 1969, p. 29, Lám. 9, fig. 70; Yacubson, 1974, p. 14, Lám. 3, fig. 38; Komárek y Fott, 1983, p. 669, Lám. 187, fig.3; Parra *et al.*, 1983, Vol. V, p. 65, Lám. 15, figs. 141 y 142; Ortega, 1984, p. 209, Lám. 56, fig. 13.

Sinonimia: *Raphidium convolutum* var. *lunare* Kirchn 1878;  
*Kirchneriella lunata* Schmidle 1893

Descripción.- Colonia planctónica, globosa, con células en forma de luna, con ápices redondeados cercanos uno de otro, desordenadas dentro de una amplia envoltura gelatinosa, hialina. Un solo cloroplasto parietal en la parte convexa de la célula, ocupando la mayor parte de la misma. Colonia de 252  $\mu\text{m}$  de diámetro; células de 12 a 20  $\mu\text{m}$  de diámetro con 39 a 67  $\mu\text{m}$  de longitud.

-50-

Distribución.- Lago de Chapultepec (D.F.); Lago de Xochimilco (D.F.). En el área de estudio apareció solo en la estación 3, en el mes de noviembre. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 3, A. García 9, 22/nov/87, IZTA-354.

Observaciones.- Común en plánton de zona limnética, entreveradas con algas filamentosas de los litorales de estanques y lagos ácidos (Prescott, 1951). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Género *Oocystis* Näegeli 1855

33. *Oocystis* cf. *borgeii* Snow 1903

Lám. VII, Fig. 6.

Smith, 1933, p. 259, figs. 173 A-C; Prescott, 1951, p. 243, Lám. 51, fig. 10; Tiffany y Britton, 1952, p. 117, Lám. 32, fig. 322; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 166; Philipose, 1967, p. 183, fig. 93; Whitford y Schumacher, 1969, p. 46, Lám. 12, fig. 13; Yacubson, 1969, p. 28, Lám. 9, fig. 63; Yacubson, 1974, p. 15, Lám. 4, fig. 45; Komárek y Fott, 1983, p. 511, Lám. 150, figs. 1a-e; Parra et al., 1983, p. 60, Lám. 12, fig. 109.

Descripción.- Colonia planctónica de 4 células elipsoidales con pared lisa, envueltas en la pared celular materna. Dos cloroplastos parietales, con un pirenoide. Colonia de 22 a 23  $\mu\text{m}$  de diámetro, y células de 6 a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro por 12 a 15  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- En el área de estudio se presentó en las estaciones 5, 6 y 8, en los meses de junio y agosto. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Arrastre, A. García 58, 8/may/88, IZTA-403; estación 6, A. García 72, 22/jun/88, IZTA-417; estación 8, A. García 95, 14/ago/88, IZTA-440.

-51-

Observaciones.- Común en el plancton de lagos de aguas suaves, y muy frecuentemente aparece entre algas filamentosas en aguas poco profundas (Prescott, 1951).

34. *Oocystis* sp.

Lám. VII, Fig. 7.

Tiffany y Britton, 1971, p. 117.

Descripción.- Colonia planctónica, con células altamente granuladas y de forma poligonal, rodeadas de una pared celular materna. Cada célula con un pirenoide. Colonia de 34  $\mu\text{m}$  de diámetro y 46  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- En el área de estudio se encontró en las estaciones 7 y 8 en agosto. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 7, A. García 93 y 94, 14/ago/88, IZTA-438 y 439; estación 8, A. García 95 y 96, 14/ago/88, IZTA-440 y 441.

Familia SCENEDESMACEAE

Género *Coelestrum* Näegeli ex Kützing 1849

35. *Coelestrum microporum* Näegeli 1855

Lám. VIII, Fig. 1.

Prescott, 1951, p. 229, Lám. 53, fig. 3; Tiffany y Britton, 1952, p. 113, Lám. 31, fig. 312; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 210; Philipose, 1967, p. 228, fig. 135 A-C; Whitford y Schumacher, 1969, p. 43, Lám. 11, fig. 23; Yacubson, 1974, p. 19, Lám. 4, fig. 49; Komárek y Fott, 1983, p. 725, Lám. 202, fig. 2; Parra et al., 1983, p. 73, Lám. 21, fig. 210; Ortega, 1984, p. 218, Lám. 59, fig. 9.

-52-

Descripción.- Colonia planctónica, con aspecto de mórula, hueca, con aproximadamente 24 a 28 células esféricas, muy cercanas unas a otras e interconectadas por canales tubulares estrechos y muy cortos, formados de la misma pared celular lisa, dejando pequeños espacios intercelulares. Cloroplasto en forma de copa, con un pirenoide. Cenobio de 45 a 50  $\mu\text{m}$  de diámetro, y células de 5 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Distribución.- Lago de Chapultepec (D.F.); Lago de Texcoco (Méx.); Laguna de Victoria en Tianguistenco (Méx.). En el área de estudio se encontró en las estaciones 3, 5, 6 y 8, en los meses de mayo, junio y octubre. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 2, 24/oct/87, IZTA-347; estación 3, A. García 46, 8/may/88, IZTA-391; arrastre, A. García 58, 8/may/88, IZTA-403; estación 6, A. García 73, 22/jun/88, IZTA-418.

Observaciones.- Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Género *Crucigenia* Morren 1830

36. *Crucigenia tetrapedia* (Kirch.) West y West 1902

Lám. VIII, Fig. 2.

Prescott, 1951, p. 285, Lám. 65, fig. 9, Lam. 66, fig. 1; Tiffany y Britton, 1952, p. 121, Lám. 33, fig. 331; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 212, Lám. 35, fig. 6; Philipose, 1967, p. 240, figs. 151 A-B; Whitford y Schumacher, 1969, p. 54, Lám. 15, fig. 3; Komárek y Fott, 1983, p. 787, Lám 219, fig. 1; Ortega, 1984, p. 219, Lám. 60, fig. 3.

Sinonimia: *Staurogenia tetrapedia* Kirch. 1880; *Tetrapedia kirchnerii* Lemmermann 1899; *Lemmermannia tetrapedia* (Kirchn.) Lemmermann 1904; *Crucigenia excavata* Conrad 1949.

Descripción.- Cenobio planctónico, plano y cuadrangular, con 4 células trapezoidales, de extremos ligeramente redondeados, arregladas una cercana a la otra, dejando una pequeña perforación rectangular en el centro del cenobio. Contenido celular homogéneo, pirenoide inconspicuo, envoltura gelatinosa evidente, pared celular lisa. Colonia de 12  $\mu\text{m}$  de diámetro, células de 11 a 12  $\mu\text{m}$  en su costado más largo, de 3 a 4  $\mu\text{m}$  en el más corto, y de 5 a 6  $\mu\text{m}$  de altura.

-53-

Distribución.- Lago de Pátzcuaro (Mich.); Río Ejutla (Oax.). En el área de estudio, se encontró en las estaciones 1, 2, 3 y 4, en los meses de junio, agosto y octubre. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 59 y 60, 22/jun/88, IZTA-404 y 405; estación 2, A. García 61 y 62, 22/jun/88, IZTA-406 y 407; estación 3, A. García 64 y 65, 22/jun/88, IZTA-409 y 410; estación 4, A. García 87, 14/ago/88, IZTA-432.

Observaciones.- El género es frecuente durante el verano y principios de otoño (Whitford y Schumacher, 1969). La especie se encuentra en plancton de aguas eutróficas (Komárek, 1983). Característica de aguas desde oligosapróbicas hasta  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Género *Scenedesmus* Meyen 1829

37. *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. *sensu* Chod. 1913, 1926  
Lám. VIII, Fig. 3.

Prescott, 1951, p. 280, Lám. 64, fig. 2; Tiffany y Britton, 1952, p. 122, Lám. 35, fig. 357; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 216; Uherkovich, 1966, p. 78, Lám. 10, figs. 446-449 y Lám. 11, figs. 450-460; Philipose, 1967, p. 283, fig. 187; Whitford y Schumacher, 1969, p. 53, Lám. 14, fig. 34; Yacubson, 1974, p. 21, Lám. 5, figs. 63 y 77; Benson y Rushforth, 1975, p. 27, Lám. 6, fig. 8; Komárek y Fott, 1983, p. 928, Lám. 249, fig. 2; Parra et al., 1983, p. 82, Lám. 28, figs. 314-322; Ortega, 1984, p. 224, Lám. 61, fig. 7.

Sinonimia: *Scenedesmus longis* Meyen 1829; *Scenedesmus caudatus* Corda 1835; *Scenedesmus westii* (Smith) Chodat 1926; *Scenedesmus protuberans* Fritsch *sensu* Bourrelly 1966; *Scenedesmus quadricauda* var. *obtusispinosus* Hortob. 1960 et var. *crassicaudatus* Hortob., *Scenedesmus communis* Hegew. 1977.

Descripción.- Cenobio planctónico, elongado, formado por 4 células elipsoidales, ligeramente aplanadas, adyacentes lateralmente en una sola hilera, con 2 espinas opuestas y curvadas en cada extremo de las células terminales. Pared celular lisa, cloroplasto simple, parietal, ocupando toda la célula. Pirenoide no visible. Células de 3 a 4  $\mu\text{m}$  de diámetro y de 8 a 10  $\mu\text{m}$  de longitud; espinas de 10 a 12  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- Lago de Chapultepec (D.F.); Lago de Xochimilco (D.F.); Lago de Texcoco (Méx.). En el área de estudio se encontró en las estaciones 2 y 8, en los meses de mayo y agosto. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 8, A. García 22, 22/nov/87, IZTA-367; estación 2, A. García 45, 8/may/88, IZTA-390; estación 8, A. García 95, 14/ago/88, IZTA-440.

Observaciones.- En plancton litoral de aguas mesotróficas a eutróficas (Prescott, 1951). Característica de aguas  $\beta$ -mesosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Orden VOLVOCALES

Familia VOLVOACEAE

Género *Eudorina* Ehrenberg 1832

38. *Eudorina* sp.

Lám. VIII, Fig. 4.

Prescott, 1951, p. 76; Tiffany y Britton, 1952, p. 17; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 79; Whitford y Schumacher, 1969, p. 11; Parra et al., 1983, p. 49.

Descripción.- Colonia ovoide, móvil, de 16 a 32 células separadas entre sí, pero cercanas a la periferia de la envoltura gelatinosa, hialina, poco visible. Cada célula, ovada o semiesférica con 2 flagelos iguales que sobresalen de la envoltura; cloroplasto simple, en forma de copa, mancha ocular presente. Colonia de 24 a 29  $\mu\text{m}$  de diámetro; células de 4 a 5  $\mu\text{m}$  de diámetro y de 4 a 6  $\mu\text{m}$  de longitud.

-55-

Distribución.- En el área de estudio, se encontró en las estaciones 7 y 8, en el mes de agosto. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 7, A. García 93 y 94, 14/ago/88, IZTA-438 y 439; estación 8, A. García 95 y 96, 14/ago/88, IZTA-440 y 441.

Orden OEDOGONIALES

Familia OEDOGONIACEAE

Género *Oedogonium* Link ex Hirn 1820

39. *Oedogonium* sp.

Lám. VIII, Fig. 5.

Prescott, 1951, p. 156; Tiffany y Britton, 1952, p. 57; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 342; Whitford y Schumacher, 1969, p. 30; Benson y Rushforth, 1975, p. 31, Lám. 9, fig. 11; Ortega, 1984, p. 239, Lams. 67 y 68.

Descripción.- Filamentos ticoplanctónicos no ramificados, entrelazados en grandes masas, cuyas células cilíndricas a veces presentan de 2 a 6 anillos en un extremo, resultado de la división celular. Cloroplasto reticulado, parietal, con numerosos pirenoides. Células de 14 a 46  $\mu\text{m}$  de diámetro por 80 a 172  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- En el área de estudio, el organismo se encontró a todo lo largo del ciclo anual en todas las estaciones litorales de recolecta.

Material examinado.- Estación 1, A. García 1, 24/oct/87, IZTA-346; estación 2, A. García 4, 24/oct/87, IZTA-349; estación 8, A. García 22, 22/nov/87, IZTA-367; estación 3, A. García 28, 24/ene/88, IZTA-373; estación 4, A. García 32, 24/ene/88, IZTA-377.

-56-

Observaciones.- No se determinó la especie debido a que no se observaron estructuras de reproducción sexual. Sus filamentos se encontraron abundantemente epifitados por diatomeas como *Amphora ovalis* var. *pediculus*, *Gomphonema constrictum* y *Pinnularia subcapitata* var. *Hilseana*, y formando tapetes de filamentos entremezclados con *Mougeotia* sp..

Clase ZYGOPHYCEAE

Orden DESMIDIALES

Familia DESMIDIACEAE

Género *Cosmarium* Corda ex Ralfs 1834

40. *Cosmarium undulatum* Corda 1839

Lám. IX, Fig. 1.

West y West, 1904, Vol. II, p. 148, Lám. 59, figs. 1-5; Prescott, 1951, p. 938, Lám. 3, Figs. 1-3; Tiffany y Britton, 1952, p. 182; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 420; Whitford y Schumacher, 1969, p. 74, Lám. 29, fig. 19; Yacubson, 1969, p. 39, Lám. 10, fig. 86; Yacubson, 1974, p. 51, Lám. 16, fig. 224; Ortega, 1984, p. 268, Lám. 76, fig. 17.

Sinonimia: *Didymidium undulatum* Reinsch 1867; *Euastrum undulatum* Gay 1884; *Ursinella undulata* Kuntze 1891.

Descripción.- Células planctónicas, con una constricción profunda en su parte media (istmo), formando claramente 2 semicélulas ligeramente aplanadas y elípticas en vista apical, subcirculares, y con ápice truncado en vista frontal; borde de cada semicélula con 12 a 14 ondulaciones; cloroplasto axial, uno en cada semicélula, con un pirenoide; pared lisa. La célula mide de 13 a 48  $\mu\text{m}$  de diámetro y de 16 a 52  $\mu\text{m}$  de longitud; la semicélula mide en su base de 6 a 16  $\mu\text{m}$ , y 7 a 24  $\mu\text{m}$  de longitud.

-57-

Distribución.- Laguna de Victoria (Méx.); San Juan Bautista Tuxtepec, camino a Mundo Nuevo (Oax.). En el área de estudio, se encontró en la estación 8, en el mes de agosto. Especie rara (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 2, A. García 4, 24/oct/87, IZTA-349; estación 4, A. García 13, 22/nov/87, IZTA-358; estación 8, A. García 22, 22/nov/87, IZTA-367; estación 3, A. García 66, 22/jun/88, IZTA-411; estación 5, A. García 71, 22/jun/88, IZTA-416.

Observaciones.- La descripción de ésta especie coincide con la variedad *minutum* indicada por West y West, 1904, Vol. II, p. 149, Lam. 59, figs. 6 y 7, y Ortega, 1984, p. 268, Lam. 76, fig. 16. Sin embargo, algunos de nuestros ejemplares son de mayor tamaño.

Género *Staurastrum* Meyen ex Ralfs 1829

41. *Staurastrum paradoxum* Meyen 1828

Lám. IX, Figs. 2 y 3.

West y West, 1904, Vol. V, p. 101, Lám. 145, figs. 1-5; Prescott, 1951, p. 938, Lám. 3, figs. 8 y 10; Whitford y Schumacher, 1969, p. 78, Lám. 33, fig. 14 y Lám. 35, figs. 11 y 12; Ortega, 1984, p. 274, Lám. 79, figs. 8 y 9.

Sinonimia: *Microsterias staurastrum* Kützing 1834; *Phycastrum paradoxum* Kützing 1845; *Phycastrum tridens* Kützing 1849; *Phycastrum (Stenactinium) paradoxum* Näegeli 1849; *Didymidium paradoxum* Reinsch 1867.

Descripción.- Se encontraron 2 formas de células solitarias y planctónicas. La primera tiene células anchas en vista frontal, constreñida en su parte media, configurando claramente un istmo alargado, con 2 anillos, formando así 2 semicélulas, las que se van ampliando hacia los ápices. Tres proyecciones divergentes en cada semicélula van adelgazándose hacia las puntas, en cada una de las cuales lleva 3 pequeñas espinas. Estas proyecciones tienen varias series de diminutas denticulaciones a intervalos cortos. La vista apical es triangular, con las proyecciones emergiendo de cada ángulo y los márgenes rectos. Cloroplasto axial con un pirenoide en cada semicélula. Células de 26 a 52  $\mu\text{m}$  de diámetro, por 32 a 65  $\mu\text{m}$  de longitud con proyecciones; el istmo mide de 6 a 8  $\mu\text{m}$  de diámetro. La segunda forma con 4 proyecciones, semicélulas más esféricas, istmo simple y no tan pronunciado, brazos más anchos y cortos. Vista apical cuadrangular con márgenes cóncavos y un brazo en cada ángulo.

-58-

Distribución.- Laguna de San Felipe Xochiltepec (Pue.). En el área de estudio, apareció en todas las estaciones, a lo largo de todo el ciclo anual. Especie dominante (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 2, 24/oct/87, IZTA-347; estación 2, A. García 3, 24/oct/87, IZTA-348; estación 1, A. García 5 y 6, 22/nov/87, IZTA-350 y 351; estación 2, A. García 7 y

8, 22/nov/87, IZTA-352 y 353; estación 4, A. García 30 y 31, 24/ene/88, IZTA-375 y 376.

Observaciones.- De acuerdo con Ortega (1984), la primera forma corresponde a la variedad *paradoxum*, y la segunda corresponde a la especie tipo descrita por West y West (1904).

42. *Staurastrum tetracerum* Ralfs 1845

Lám. IX, Fig. 4.

West y West, 1904, Vol. V, p. 118, Lám. 149, fig. 5; Skuja, 1910, p. 161, Lám. 34, fig. 6; Whitford y Schumacher, 1969, p. 78; Yacubson, 1974, p. 65, Lám. 24, fig. 354; Parra, 1975, p. 49, fig. 158.

Sinonimia: *Micrasterias tetracera* Kützing 1834; *Binatella tetracera* Brébisson 1835; *Staurastrum paradoxum* Ehrenberg 1838; *Phycastrum paradoxum* Kützing 1849; *Staurastrum paradoxum* var. *tetracerum* Rabenhorst 1868; *Staurastrum Arachne* var. *tetracerum* Jacobs 1875; *Staurastrum tetracerum* var. *undulatum* West & West 1895; *Staurastrum gracillimum* var. *biradiatum* Bohlin 1901.

-59-

Descripción.- Células solitarias, planctónicas, más largas que anchas, con una constricción media no muy profunda, formando un istmo que divide a la célula en 2 semicélulas, con 2 brazos en cada una de ellas, ondulaciones en sus bordes, ligeramente curvados, y muy divergentes, con 3 espinas terminales; semicélulas en forma de copa, cloroplasto axial con un pirenoide central conspicuo en cada una. Vista apical ovalada, con los brazos rectos opuestos, uno en cada ápice del óvalo. La célula con proyecciones mide en su vista frontal de 36 a 50  $\mu\text{m}$  de diámetro y de 38 a 54  $\mu\text{m}$  de longitud; el istmo mide de 5 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Distribución.- En el área de estudio se encontró en todas las estaciones de recolecta durante los meses de mayo, junio, agosto y octubre. Especie temporal (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 2, 24/oct/87, IZTA-347; estación 8, A. García 22, 22/nov/87, IZTA-367; estación 4, A. García 48 y 49, 8/may/88, IZTA-393 y 394; estación 6, A. García 53, 8/may/88, IZTA-398; estación 7, A. García 54 y 55, 8/may/88, IZTA-399 y 400.

Familia CLOSTERIACEAE

Género *Closterium* Nitzsch ex Ralfs 1817

43. *Closterium gracile* var. *elongatum* West & West 1971

Lám. IX, Fig. 5.

West y West, 1904, Vol. I, p. 168, Lám. 21, figs. 14-16; Prescott, 1951, p. 937; Tiffany y Britton, 1952, p. 174, Lám. 7752, fig. 557; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 402; Whitford y Schumacher, 1969, p. 66, Lám. 18, fig. 14; Yacubson, 1974, p. 37, Lám. 13, fig. 167; Parra, 1975, p. 29, fig. 43; Prescott et al., 1975, p. 52, Lám. 16, figs. 1 y 17; Ortega, 1984, p. 259, Lám. 74, fig. 15.

Descripción.- Células solitarias, planctónicas, elongadas, rectas, atenuadas y con los ápices ligeramente curvados hacia la misma dirección; puntas truncadas, redondeadas. Cloroplasto axial, con 7 a 11 pirenoides a intervalos regulares a todo lo largo, en una sola hilera; pequeñas vacuolas contráctiles, que pueden presentar un movimiento errático a partir de la punta del cloroplasto, hacia el ápice. Pared celular lisa, incolora; sutura media no evidente. De 4 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro por 298 a 507  $\mu\text{m}$  de longitud, y el ápice mide 2  $\mu\text{m}$  de diámetro.

-60-

Distribución.- En el área de estudio se encontró en todas las estaciones de recolecta y durante todo el ciclo anual. Especie dominante (Fig. 2).

Material examinado.- Estación 1, A. García 1 y 2, 24/oct/87, IZTA-346 y 347; estación 2, A. García 3 y 4, 24/oct/87, IZTA-348 y 349; estación 1, A. García 5 y 6, 22/nov/87, IZTA-350 y 351; estación 2, A. García 7 y 8, 22/nov/87, IZTA-352 y 353.

Observaciones.- La especie es característica de aguas oligosapróbicas (Sládeček, 1963, 1973).

Orden ZYGNEMATALES

Familia ZYGNEMATACEAE

Género *Mougeotia* Agardh 1824

44. *Mougeotia* sp.

Lám. VIII, Fig. 6.

Prescott, 1951, p. 297; Tiffany y Britton, 1952, p. 126; Bourrelly, 1966, Tomo I, p. 380; Whitford y Schumacher, 1969, p. 57.

Descripción.- Filamentos no ramificados, de células cilíndricas, formando masas flotantes de textura esponjosa. Cloroplasto axial, con numerosos pirenoides. Células de 20 a 28  $\mu\text{m}$  de diámetro y de 100 a 170  $\mu\text{m}$  de longitud.

Distribución.- En el área de estudio, se encontró en todas las estaciones litorales de recolecta durante todo el ciclo anual.

-61-

Material examinado.- Estación 1, A. García 1, 24/oct/87, IZTA-346; estación 2, A. García 4, 24/oct/87, IZTA-349; estación 8, A. García 22, 22/nov/87, IZTA-367; estación 3, A. García 28, 24/ene/88, IZTA-373; estación 4, A. García 32, 24/ene/88, IZTA-377.

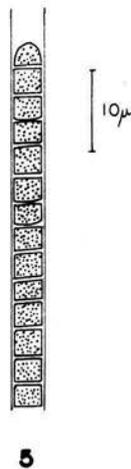
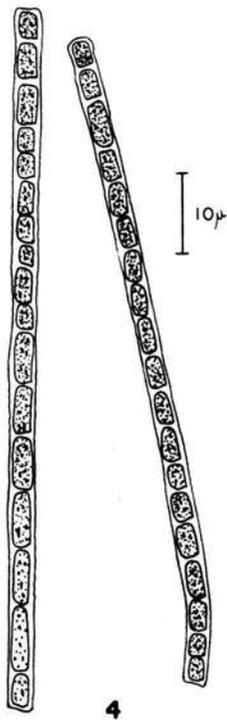
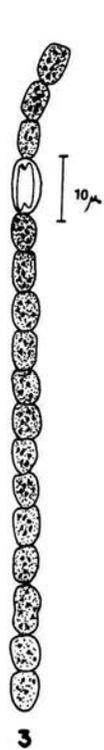
Observaciones.- La especie no se determinó debido a que no se observaron estructuras de reproducción sexual. Se encontró entrecruzada con *Oedogonium* sp.. El género es común en aguas poco profundas, tales como las acequias y ciénagas (Whitford y Schumacher, 1969).

**Falta página**

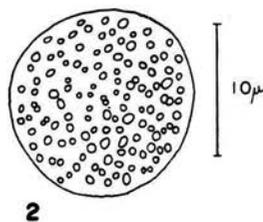
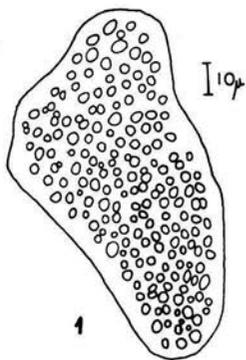
**N° 62**

L A M I N A    I

- Fig. 1                    *Microcystis aeruginosa*
- Fig. 2                    *Microcystis incerta*
- Fig. 3                    *Anabaena* sp.
- Fig. 4                    *Phormidium retzii*
- Fig. 5                    *Lynqbya diquetii*



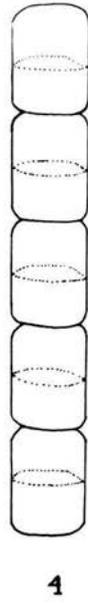
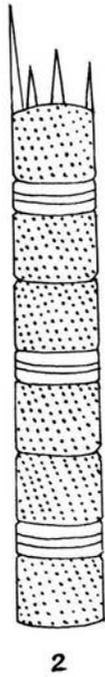
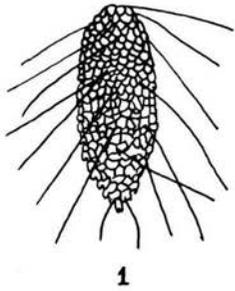
-63-



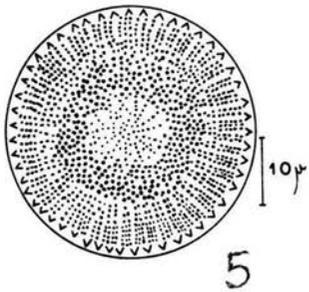
LAMINA I

L A M I N A    I I

- Fig. 1            *Mallomonas caudata*
- Fig. 2            *Aulacoseira granulata*
- Fig. 3            *Aulacoseira* sp.
- Fig. 4            *Melosira varians*
- Fig. 5            *Stephanodiscus astraea*



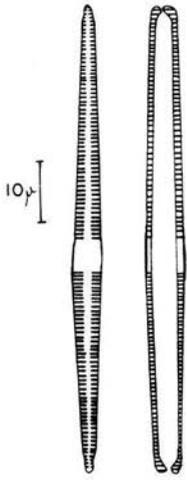
-64-



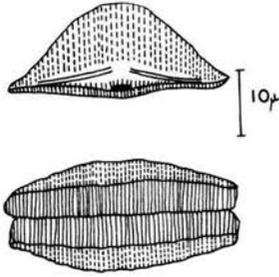
LAMINA II

L A M I N A   I I I

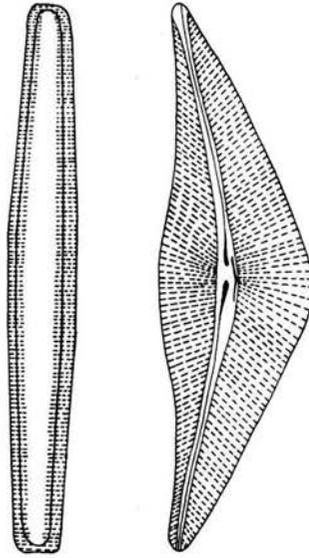
- Fig. 1            *Fragilaria crotonensis*
- Fig. 2            *Synedra pulchella*
- Fig. 3            *Synedra ulna*
- Fig. 4            *Amphora ovalis* var. *pediculus*
- Fig. 5            *Cymbella lanceolata* var. *lanceolata*



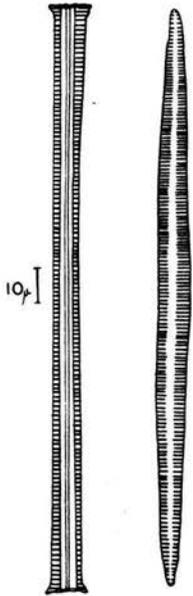
2



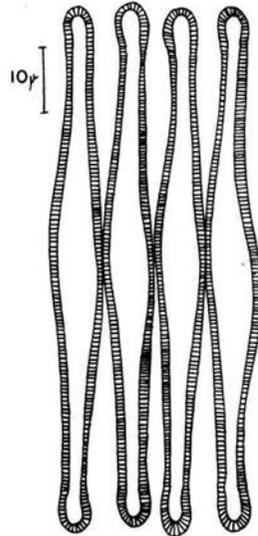
4



5



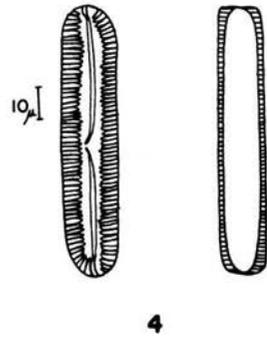
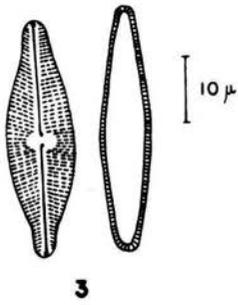
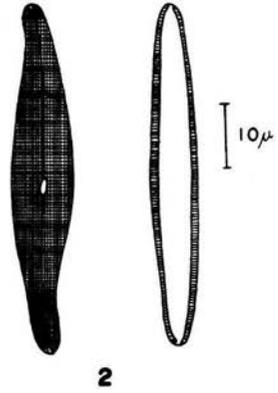
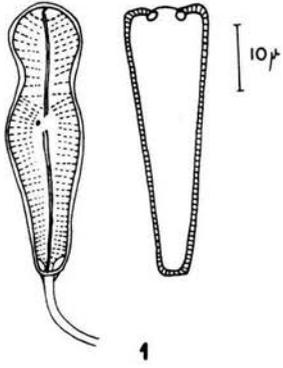
3



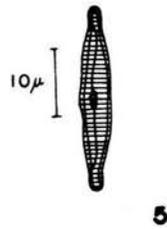
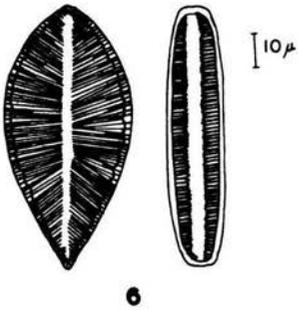
1

L A M I N A    I V

- Fig. 1            *Gomphonema constrictum*
- Fig. 2            *Gyrosigma acuminatum*
- Fig. 3            *Navicula tuscula*
- Fig. 4            *Pinnularia maior*
- Fig. 5            *Pinnularia subcapitata* var. *hilseana*
- Fig. 6            *Surirella ovalis*



-66-

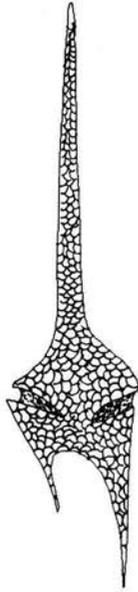


LAMINA IV

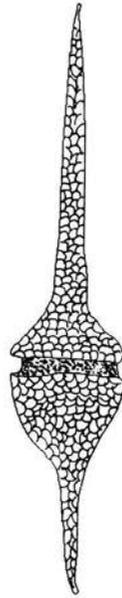
L A M I N A    V

Fig. 1                    *Ceratium hirundinella* fo. *furcoides*

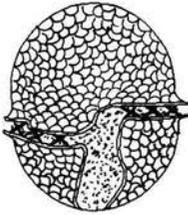
Fig. 2                    *Peridinium* cf. *palustre*



**1**



-67-



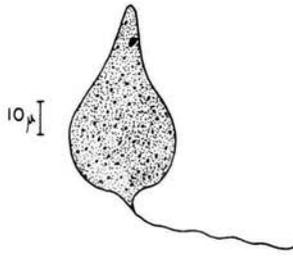
**2**



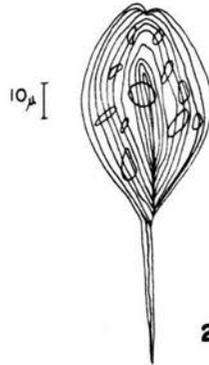
LAMINA V

L A M I N A   V I

- Fig. 1            *Euglena* sp.
- Fig. 2            *Phacus longicauda*
- Fig. 3            *Trachelomonas hispida*
- Fig. 4            *Trachelomonas volvocina*

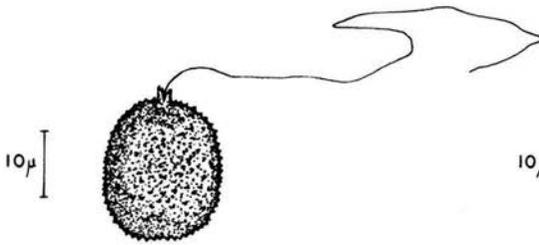


1

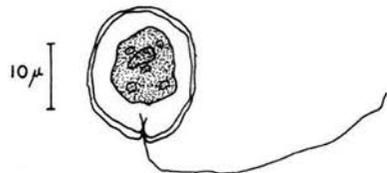


2

-68-



3

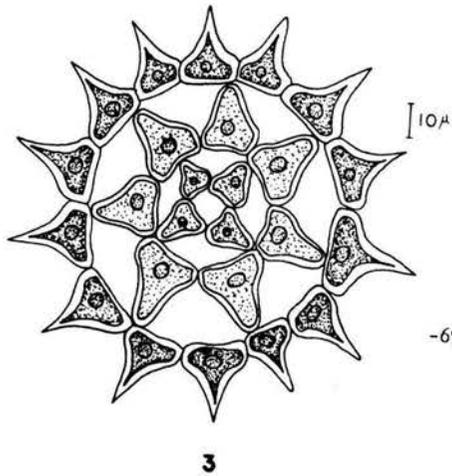
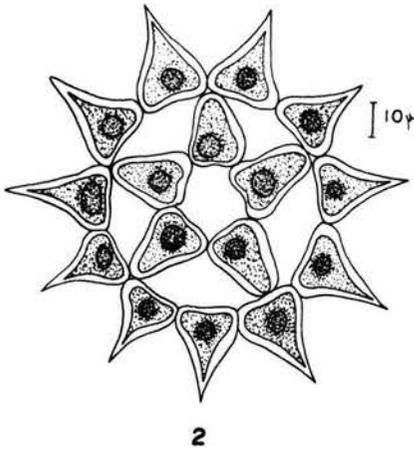
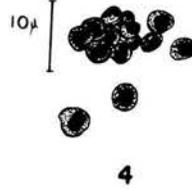
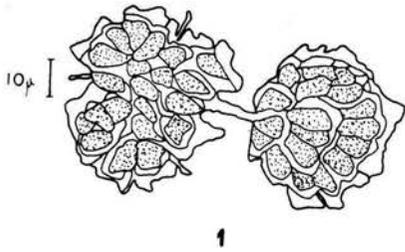


4

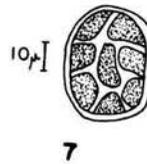
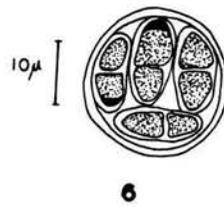
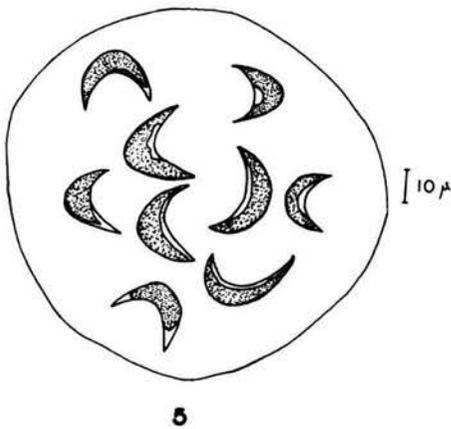
LAMINA VI

L A M I N A V I I

- Fig. 1            *Botryococcus braunii*
- Fig. 2            *Pediastrum simplex* var. *duodenarium*
- Fig. 3            *Pediastrum simplex* var. *simplex*
- Fig. 4            *Chlorella vulgaris*
- Fig. 5            *Kirchneriella lunaris*
- Fig. 6            *Oocystis* cf. *borgeii*
- Fig. 7            *Oocystis* sp.



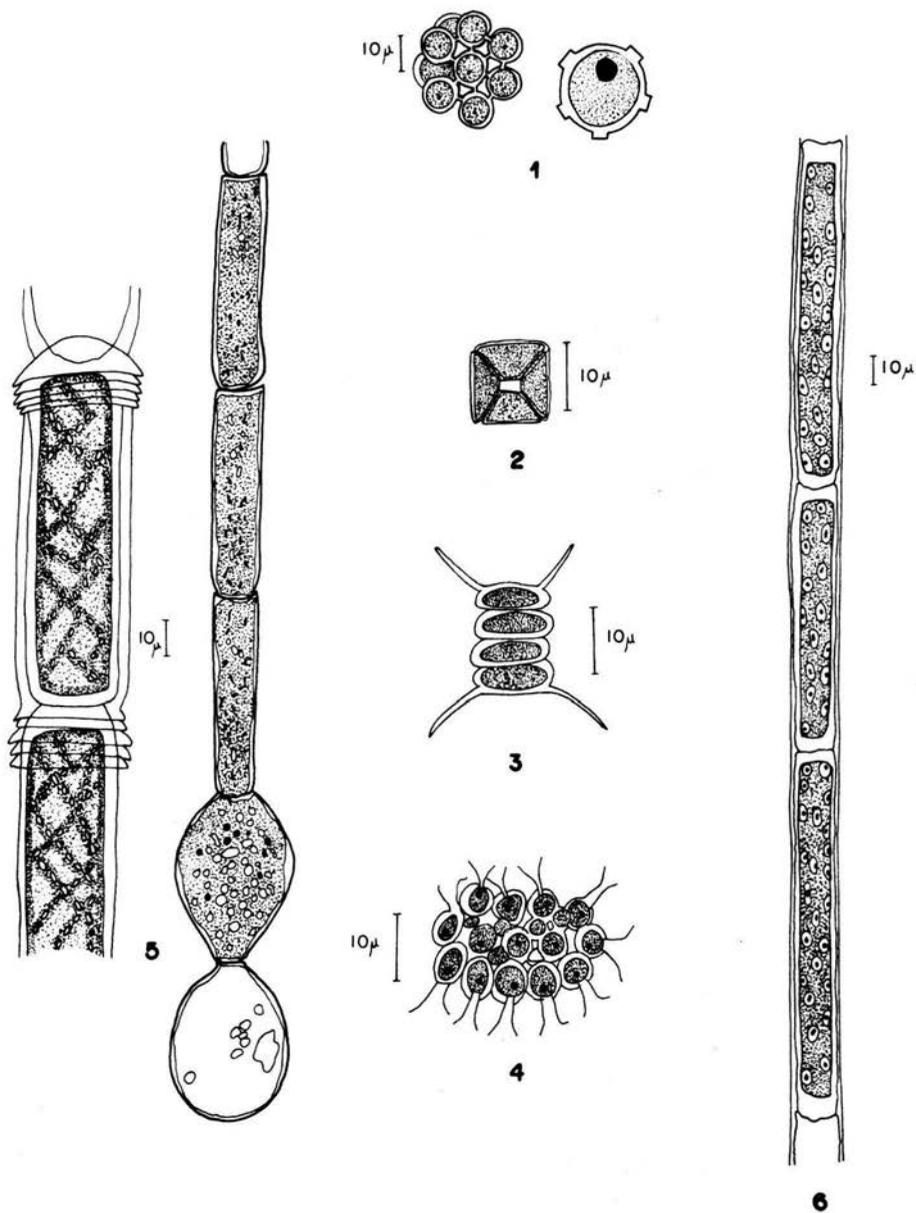
-69-



LAMINA VII

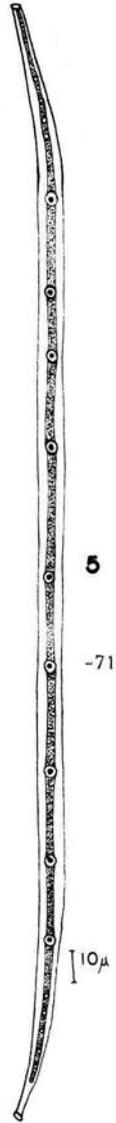
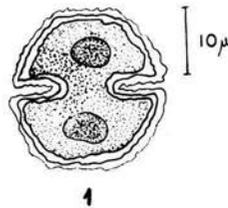
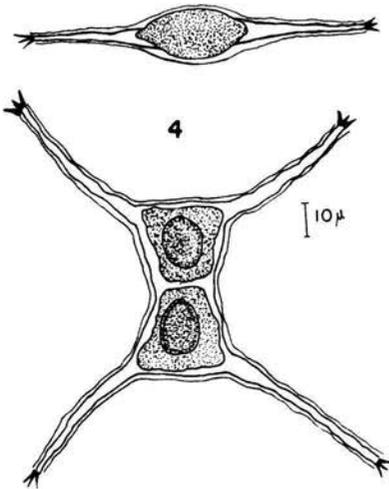
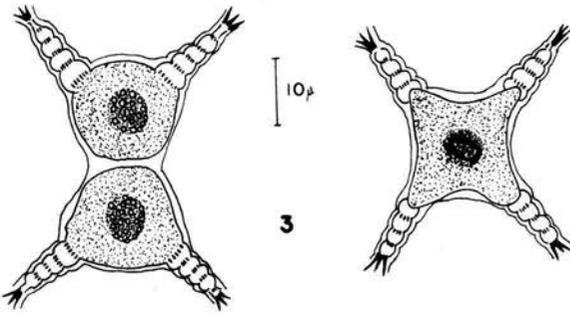
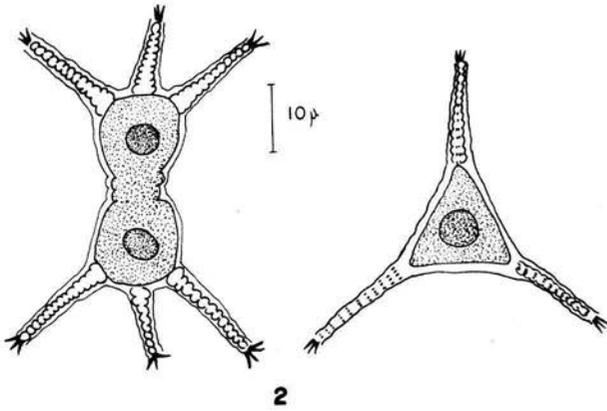
L A M I N A   V I I I

- Fig. 1            *Coelastrum microporum*
- Fig. 2            *Crucigenia tetrapedia*
- Fig. 3            *Scenedesmus quadricauda*
- Fig. 4            *Eudorina* sp.
- Fig. 5            *Oedogonium* sp.
- Fig. 6            *Mougeotia* sp.



L A M I N A    I X

- Fig. 1    *Cosmarium undulatum*
- Fig. 2    *Staurastrum paradoxum* (forma con 3 proyecciones)
- Fig. 3    *Staurastrum paradoxum* (forma con 4 proyecciones)
- Fig. 4    *Staurastrum tetracerum*
- Fig. 5    *Closterium gracile* var. *elongatum*



## DOMINANCIA FICOFLORISTICA

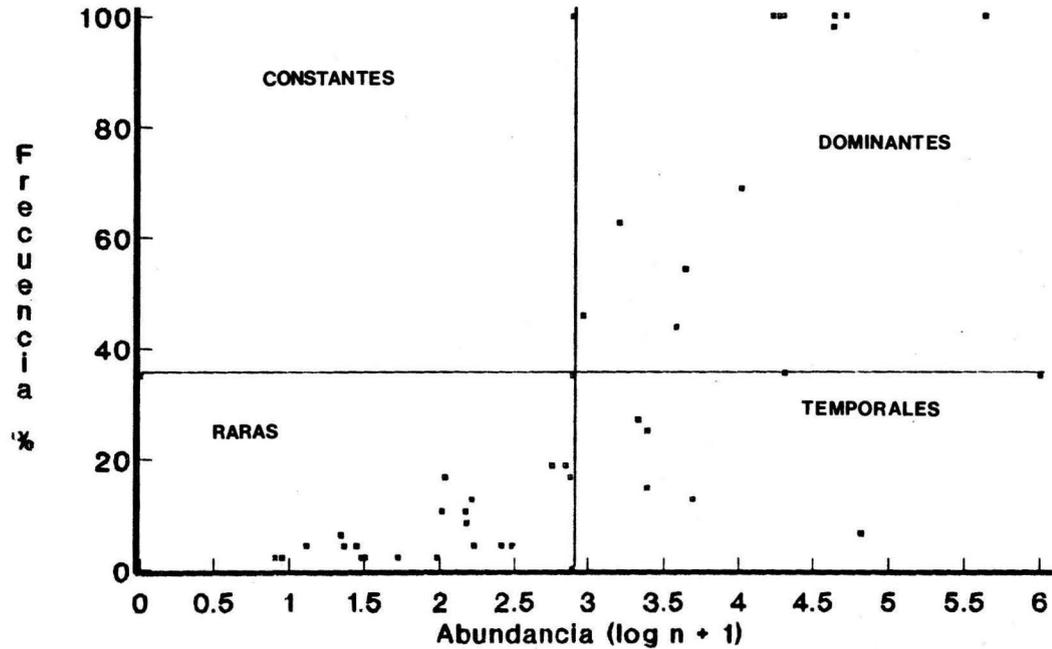
Los resultados de frecuencia (en porcentaje), y abundancia ( $\log n+1$ ) se presentan en la Tabla 2. La dominancia de las especies se observa en el diagrama de Frecuencia contra Abundancia (Fig. 2), donde la mayoría se ubica en el nivel de RARAS, es decir, especies poco abundantes y poco frecuentes, correspondientes a : *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis incerta*, *Lyngbya diguetii*, *Mallomonas caudata*, *Cymbella lanceolata* var. *lanceolata*, *Gyrosigma acuminatum*, *Pinnularia maior*, *Surirella ovalis*, *Peridinium cf. palustre*, *Euglena* sp., *Phacus longicauda*, *Botryococcus braunii*, *Kirchneriella lunaris*, *Oocystis cf. borgeii*, *Oocystis* sp., *Coelastrum microporum*, *Crucigenia tetrapedia*, *Scenedesmus quadricauda*, *Eudorina* sp., *Cosmarium undulatum*. Las especies CONSTANTES son aquellas poco abundantes, pero muy frecuentes durante todo el ciclo anual, y no influyen en la variabilidad del cuerpo de agua; en éste análisis no se registraron especies constantes. Las especies TEMPORALES son muy abundantes y poco frecuentes; están íntimamente relacionadas con los parámetros fisicoquímicos, cuya presencia o ausencia se ve muy afectada por ellos. Las especies temporales fueron: *Anabaena* sp., *Melosira varians*, *Synedra pulchella*, *Trachelomonas hispida*, *Trachelomonas volvocina* y *Chlorella vulgaris*. Las especies DOMINANTES son muy abundantes y muy frecuentes durante todo el ciclo anual; se encuentran relacionadas con el conjunto de parámetros fisicoquímicos que caracterizan al cuerpo de agua, por lo que se determinó la importancia de dichas especies (12) en la variabilidad que presente el cuerpo de agua, para lo cual se utilizó el Análisis de Componentes Principales; las especies dominantes fueron : *Phormidium retzii*, *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Stephanodiscus astraes*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra ulna*, *Navicula tuscula*, *Ceratium hirundinella* fo. *furcoides*, *Pediastrum simplex* var. *duodenarium*, *Pediastrum simplex* var. *simplex*, *Staurastrum paradoxum* y *Closterium gracile* var. *elongatum*.

T A B L A 2 ( solo especies cuantificadas )

	ABUNDANCIA (log n+1)	FRECUENCIA (%)
CYANOPHYCEAE		
1. <i>Microcystis aeruginosa</i>	2.03	16.67
2. <i>Microcystis incerta</i>	1.98	2.08
3. <i>Anabaena</i> sp.	4.82	6.42
4. <i>Lyngbya diguetii</i>	0.95	2.08
5. <i>Phormidium retzii</i>	4.31	35.42
CHRYSOPHYCEAE		
6. <i>Mallomonas caudata</i>	1.36	4.17
BACILLARIOPHYCEAE		
7. <i>Aulacoseira granulata</i>	4.63	100.00
8. <i>Aulacoseira</i> sp	3.64	54.17
9. <i>Melosira varians</i>	2.88	16.67
10. <i>Stephanodiscus astraea</i>	4.72	100.00
11. <i>Fragilaria crotonensis</i>	4.63	97.92
12. <i>Synedra pulchella</i>	3.39	14.58
13. <i>Synedra ulna</i>	4.01	68.75
15. <i>Cymbella lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i>	2.18	8.33
17. <i>Gyrosigma acuminatum</i>	2.75	18.75
18. <i>Navicula tuscula</i>	3.58	43.75
19. <i>Pinnularia maior</i>	2.85	18.75
21. <i>Surirella ovalis</i>	2.01	10.42
DINOPHYCEAE		
22. <i>Ceratium hirundinella</i> fo. <i>furcoides</i>	3.21	62.5
23. <i>Peridinium</i> cf. <i>palustre</i>	2.23	4.17
EUGLENOPHYCEAE		
24. <i>Euglena</i> sp.	1.48	2.08
25. <i>Phacus longicauda</i>	2.21	12.5
26. <i>Trachelomonas hispida</i>	3.39	25.00
27. <i>Trachelomonas volvocina</i>	3.33	27.08
CHLOROPHYCEAE		
28. <i>Botryococcus braunii</i>	0.90	2.08
29. <i>Pediastrum simplex</i> var. <i>duodenarium</i>	4.27	100.00
30. <i>Pediastrum simplex</i> var. <i>simplex</i>	5.63	100.00
31. <i>Chlorella vulgaris</i>	3.69	12.5
32. <i>Kirchneriella lunaris</i>	1.51	2.08
33. <i>Oocystis</i> cf. <i>borgeii</i>	1.45	4.17
34. <i>Oocystis</i> sp.	2.41	4.17
35. <i>Coelastrum microporum</i>	1.34	6.25
36. <i>Crucigenia tetrapedia</i>	2.17	10.42
37. <i>Scenedesmus quadricauda</i>	1.11	4.17
38. <i>Eudorina</i> sp.	2.48	4.17
ZYGOPHYCEAE		
40. <i>Cosmarium undulatum</i>	1.72	2.08
41. <i>Staurastrum paradoxum</i>	4.30	100.00
42. <i>Staurastrum tetracerum</i>	2.96	45.83
43. <i>Closterium gracile</i> var. <i>elongatum</i>	4.22	100.00
X =	2.89	34.91

Fig. 2

## DIAGRAMA DE FRECUENCIA-ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES CUANTIFICADAS



### COMPONENTES PRINCIPALES DE LA FICOFLORA

En la Tabla 3 se puede observar que el 82.20 % de la variabilidad en las especies se explica con los 5 primeros componentes principales. Analizando la tabla 4, se ve que en el primer componente, *Fragilaria crotonensis* es la especie con mayor peso (0.3955), seguida por *Stephanodiscus astraea* (0.3925), *Aulacoseira granulata* (0.3767), *Pediastrum simplex* var. *simplex* (0.3635), *Closterium gracile* var. *elongatum* (0.3597) y *Staurastrum paradoxum* (0.3041). En el segundo componente, las especies con mayor peso fueron *Navicula tuscula* (0.6531) y *Synedra ulna* (0.6462). En el tercer componente, la especie de mayor peso fue *Phormidium retzii* (0.6633), seguida por *Closterium gracile* var. *elongatum* (0.3945) ya presente en el primer componente, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (0.3675), y de nuevo *Staurastrum paradoxum* (-0.3553). En éste componente se empiezan a repetir las especies, por lo que no se revisaron los siguientes, que tienen un menor peso, y no influyen en forma considerable en la variabilidad del cuerpo de agua.

-75-

Para el análisis de correlación de la ficoflora con las variables fisicoquímicas se tomaron las especies de los dos primeros componentes, y la especie de valor más alto en el tercero.

**Tabla 3. Análisis de Componentes Principales  
de los Taxa Dominantes**

No. del Componente	Porcentaje de Variación	Porcentaje Acumulado
1	30.57067	30.57067
2	16.99008	47.56075
3	13.27510	60.83584
4	11.12523	71.96107
5	10.24216	82.20324
6	5.10908	87.39232
7	3.98902	91.38134
8	3.38344	94.76478
9	2.54830	97.31308
10	1.59072	98.90379
11	0.86714	99.77093
12	0.22907	100.00000

Tabla 4. Pesos de los Componentes Principales  
de los Taxa Dominantes

Taxa	Componente 1	Componente 2	Componente 3
1	0.395523 *	-0.145335	-0.105634
2	0.376701 *	-2.62783 <sup>-4</sup>	0.0346825
3	0.268418	-0.152696	0.367474 *
4	0.0933029	0.653057 *	0.140466
5	0.39253 *	-0.164082	-0.0405561
6	0.123454	0.646221 *	0.129634
7	0.359696 *	-0.09987	0.394503 *
8	0.160828	4.04206 <sup>-9</sup>	-0.200855
9	0.363517 *	0.168509	-0.155435
10	0.304086 *	0.127565	-0.355327 *
11	0.0249346	-0.0830412	0.663276 *
12	0.266651	-0.151652	-0.167613

\* Especies de mayor peso en cada componente.

-77-

Numero de Taxa para su localización en la tabla de pesos :

1. *Fragilaria crotonensis*
2. *Aulacoseira granulata*
3. *Aulacoseira* sp.
4. *Navicula tuscula*
5. *Stephanodiscus astraee*
6. *Synedra ulna*
7. *Closterium gracile* var. *elongatum*
8. *Pediastrum simplex* var. *duodenarium*
9. *Pediastrum simplex* var. *simplex*
10. *Staurastrum paradoxum*
11. *Phormidium retzii*
12. *Ceratium hirundinella* fo. *furcoides*

## 2) VARIABLES FISICOQUIMICAS

Los resultados de las variables fisicoquímicas se observan en la Tabla 5 :

Temperatura del agua. Su intervalo de variación fue de  $7^{\circ}\text{C}$ , el valor promedio máximo se registró en Mayo, con  $21^{\circ}\text{C}$ , y el mínimo en Enero, con  $14^{\circ}\text{C}$ .

pH. Intervalo de variación de 1.5, presentando su valor promedio máximo en Octubre, con 8.1, y el mínimo en Enero, con 6.5.

Transparencia. Intervalo de variación de  $\emptyset.25$  m, con su valor promedio máximo en Mayo, de  $\emptyset.46$  m, y el mínimo en Agosto, con  $\emptyset.20$  m.

Profundidad. Intervalo de variación de  $\emptyset.19$  m, con su valor promedio máximo en Mayo, de  $\emptyset.46$  m, y el mínimo en Agosto, con  $\emptyset.26$  m.

Oxígeno disuelto. Intervalo de variación de 5.8 mg/l, cuyo valor promedio máximo se registró en Noviembre, con 8.8 mg/l, y su mínimo en Agosto, con 3 mg/l.

Bióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) disuelto. Intervalo de variación de 8.9 mg/l, con su valor promedio máximo en Noviembre, de 10.4 mg/l, y su mínimo en Octubre, de 1.5 mg/l.

Alcalinidad total. Intervalo de variación de 47 mg  $\text{CaCO}_3$ /l, con su valor promedio máximo en Junio, de 58 mg  $\text{CaCO}_3$ /l, y el mínimo en Mayo, de 11 mg  $\text{CaCO}_3$ /l.

Dureza total. Intervalo de variación de 26 mg  $\text{CaCO}_3$ /l, cuyo valor promedio máximo se registró en Junio, con 44 mg  $\text{CaCO}_3$ /l, y el mínimo en Mayo, con 18 mg  $\text{CaCO}_3$ /l.

Tabla 5. Promedios Mensuales de las Variables Fisicoquímicas

Variable	Nov.	Ene.	May.	Jun.	Ago.	Oct.
Transparencia (cm)	-----	-----	46.4	34.4	20.9	23.1
Temp. del agua (°C)	17.5	13.9	20.8	18.9	19.4	20.6
Oxígeno disuelto (mg/l)	8.8	6.5	3.5	5.8	3.0	8.1
CO <sub>2</sub> disuelto (mg/l)	10.4	8.6	3.5	4.5	2.4	1.5
Dureza Total (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	20.2	26.6	17.6	43.9	34.3	35.8
pH	7.36	6.5	7.1	7.1	7.0	8.1
Alcalinidad (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	30.6	37.2	10.5	57.6	25.9	50.4
Cloruros (mg Cl <sup>-</sup> /l)	5.67	9.86	-----	7.45	7.10	4.61
Silicatos (mg SiO <sub>2</sub> /l)	-----	0.37	0.000	0.000	0.18	0.42

Cloruros. Intervalo de variación de 5.25 mg  $\text{Cl}^-$ /l, con su valor promedio máximo en Enero, de 9.86 mg  $\text{Cl}^-$ /l, y el mínimo en Octubre, de 4.61 mg  $\text{Cl}^-$ /l.

Silicatos. Intervalo de variación de 0.4 mg/l  $\text{SiO}_2$ , con su valor promedio máximo en Octubre, de 0.4 mg/l  $\text{SiO}_2$ , y el mínimo en Mayo y Junio, con cantidades tan bajas que la técnica no alcanzó a detectarlas para poder reportar una cifra con cierto grado de confiabilidad, por lo que se consideran como 0.0 mg/l  $\text{SiO}_2$ .

#### COMPONENTES PRINCIPALES DE LAS VARIABLES FISICOQUIMICAS

-80-

En la Tabla 6 se observa que el 69.54 % de la variabilidad en el comportamiento del embalse se explica con los 3 primeros componentes principales. Analizando la Tabla 7, se ve que en el primer componente, la variable con mayor peso fue pH (-0.4931), seguido de la Transparencia (0.4352); en el segundo componente la de mayor peso fué la Temperatura del agua (-0.5279), seguida de Oxígeno disuelto (0.4839),  $\text{CO}_2$  disuelto (0.4397) y Silicatos (0.4439); en el tercer componente el orden fue Dureza Total (0.6946), Cloruros (0.4643) y Alcalinidad (0.4097).

Tabla 6. Análisis de Componentes Principales  
de las Variables Fisicoquímicas

No. del Componente	Porcentaje de Variación	Porcentaje Acumulado
1	29.84877	29.84877
2	22.74688	52.59565
3	16.94411	69.53976
4	10.60295	80.14271
5	6.88579	87.02849
6	5.01550	92.04400
7	3.41943	95.46343
8	2.35857	97.82199
9	2.17801	100.00000

-81-

Tabla 7. Pesos de los Componentes Principales  
de las Variables Fisicoquímicas

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Transparencia	0.435208 *	-0.107192	0.0318241
Temp. del agua	-0.259783	-0.527853 *	-0.11584
Oxígeno disuelto	-0.271977	0.483897 *	0.0112736
CO <sub>2</sub> disuelto	0.315538	0.439739 *	-5.62437 <sup>-5</sup>
Dureza Total	-0.203993	-0.0596696	0.694607 *
pH	-0.493073 *	-0.119935	-0.0376092
Alcalinidad	-0.355282	0.254088	0.409732 *
Cloruros	0.333851	0.0531127	0.464251 *
Silicatos	-0.217153	0.443879 *	-0.343667

\* Variables de mayor peso en cada componente.

## CORRELACION ENTRE LA FICOFLORA Y LAS VARIABLES FISICOQUIMICAS

La correlación se llevó a cabo entre nueve especies de organismos y nueve variables fisicoquímicas. En este caso, los coeficientes de correlación ( $r$ ) mayores a 0.50 se presentaron en diez pares de variables con un nivel de significancia menor a 0.005 (Tabla 8). Los valores de  $r$  de mayor importancia, corresponden a asociaciones positivas entre especies de diatomeas, primero entre *Navicula tuscula* y *Synedra ulna* (0.9601), seguida de *Fragilaria crotonensis* y *Stephanodiscus astraes* (0.8032); el tercero corresponde a una asociación negativa (-0.6250) entre la transparencia del agua y la abundancia de la clorophyta *Pediastrum simplex* var. *simplex*, la especie más importante tanto en abundancia como en frecuencia durante todo el ciclo anual. Las siguientes correlaciones, también de carácter negativo, son entre las diatomeas *Fragilaria crotonensis* y *Stephanodiscus astraes* con la temperatura del agua (-0.6219 y -0.5518 respectivamente). Parece existir una correlación positiva no muy acentuada, entre la presencia de *Pediastrum simplex* var. *simplex* con la zigophyta *Staurastrum paradoxum* (0.5929) y *Pediastrum simplex* var. *simplex* con la diatomea *Melosira granulata* (0.5331). La zigophyta *Staurastrum paradoxum* con el bióxido de carbono disuelto tuvieron una correlación positiva (0.5177); la diatomea *Aulacoseira granulata* con la zigophyta *Closterium gracile* var. *elongatum* presentaron una correlación positiva (0.5075), y *Closterium gracile* var. *elongatum* con la cianophyta *Phormidium retzii*, presentaron una correlación positiva (0.5015) (Fig. 5).

Tabla 8. Correlaciones Significativas entre los Taxa Dominantes  
y las Variables Fisicoquimicas

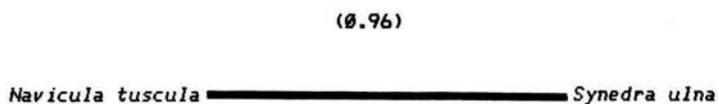
Pares de Variables	Coefficiente de Correlación (r)	Nivel de Significancia ( $\alpha$ )
1	0.96	0.0000
2	0.80	0.0000
3	-0.63	0.0001
4	-0.62	0.0000
5	0.59	0.0000
6	-0.55	0.0000
7	0.53	0.0001
8	0.52	0.0002
9	0.51	0.0002
10	0.50	0.0003

Pares de Variables

1. *Navicula tuscula*-*Synedra ulna*
2. *Fragilaria crotonensis*-*Stephanodiscus astraera*
3. *Pediastrum simplex* var. *simplex*-Transparencia
4. *Fragilaria crotonensis*-Temperatura del agua
5. *Pediastrum simplex* var. *simplex*-*Staurastrum paradoxum*
6. *Stephanodiscus astraera*-Temperatura del agua
7. *Aulacoseira granulata*-*Pediastrum simplex* var. *simplex*
8. *Staurastrum paradoxum*-CO<sub>2</sub>
9. *Aulacoseira granulata*-*Closterium gracile* var. *elongatum*
10. *Closterium gracile* var. *elongatum*-*Phormidium retzii*

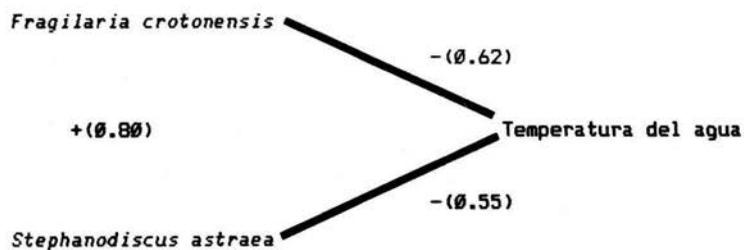
Fig. 5. Diagramas de Correlacion Entre Variables.

A)

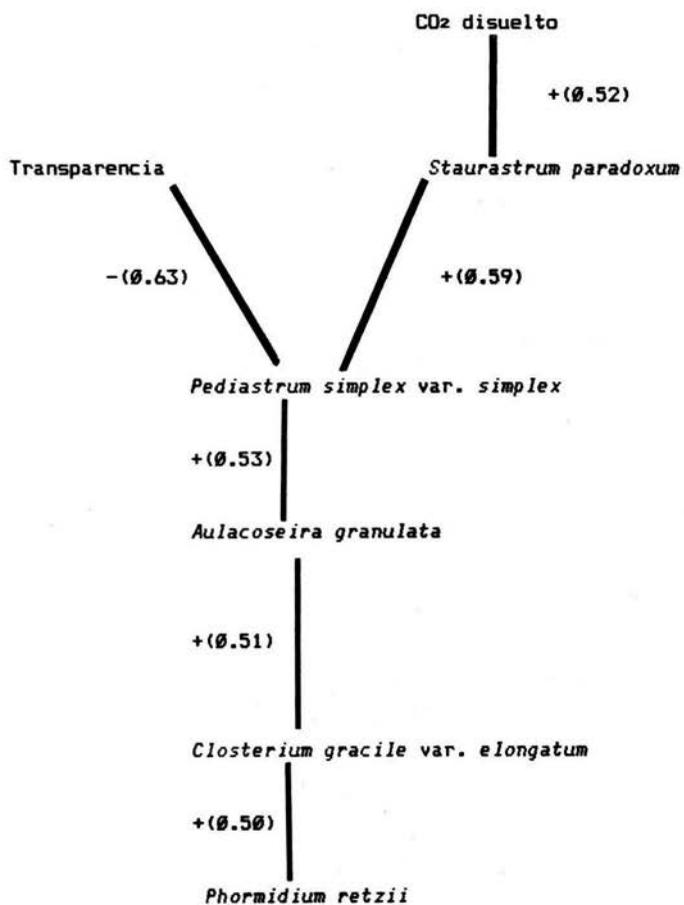


-84-

B)



C)



## CARACTERIZACION SAPROTROFICA DEL EMBALSE

De acuerdo con la clasificación de Sládeček (1963, 1973, 1981), el 18 % de los taxa determinados en Villa Victoria, corresponden al nivel de Oligosaprobiedad, 50 % al nivel de  $\beta$ -mesosaprobiedad, el 2 % al nivel de  $\alpha$ -mesosaprobiedad y otro 2 % al nivel de Polisaprobiedad.

Utilizando el índice de Pantle y Buck, cuya fórmula es

$$S = \frac{\sum (s h)}{\sum h} \quad \text{donde :}$$

S = Índice Saprobio

h = Abundancia de acuerdo a una escala, ó el número de organismos de cada especie.

s = Valor saprobio de cada especie, el cuál se tomó de las tablas de Sládeček (1973).

-86-

Se obtiene un resultado numérico que se compara con la escala siguiente :

S = 0-1 -- Catarobiedad

S = 1.1-2 --  $\beta$ - mesosaprobiedad

S = 2.1-3 --  $\alpha$ - mesosaprobiedad

S = 3.1 4 -- Polisaprobiedad

El embalse, con un valor de 1. 6, se caracteriza por estar en el nivel de  $\beta$ -mesosaprobiedad.

Con el índice de Zelinka y Marvan cuya fórmula es :

$$S = \frac{\sum s h G}{\sum h G} \quad \text{donde las literales}$$

significan lo mismo que en el índice anterior, y sólo se agrega :

G = Valor indicador, tomado también de Sládeček (1973), el cual va del 1-5, siendo el 5 el mejor indicador.

Con este índice, el embalse obtuvo un valor de 1.7. Al valorar con la misma escala, su nivel sapróbico es igual al resultante con el índice anterior (Sládeček, 1973; Schwoerbel, 1975).

Con respecto al proceso de eutrofización, y utilizando el cociente de asociación compuesto de Nygaard (Round, 1981), cuya fórmula es

$$C = \frac{Cy + Ch + Ce + Eu}{De} \quad \text{donde :}$$

C = Cociente de asociación

Cy = Número de especies de Cyanophyta

Ch = Número de especies de Chlorophyta

Ce = Número de especies de diatomeas centrales

Eu = Número de especies de Euglenophyta

De = Número de especies de Desmidiaceae

La escala de comparación es :

C = < 0.2 -- Distrofia

C = Hasta 1.0 -- Oligotrofia

C = 1.0-3.0 -- Mesotrofia

C = > 3.0 -- Eutrofia

-87-

Este índice se calculó para cada estación, obteniéndose los siguientes resultados :

ESTACION	VALOR
1	3.0
2	3.2
3	3.2
4	2.8
5	3.0
6	2.4
7	3.0
8	3.0

Con un promedio de 3 para las 8 estaciones, el embalse se clasificaría dentro de la mesotrofia, aunque 6 estaciones, o sea la mayoría, se pueden considerar eutróficas.

Se utilizó el índice de similitud de Sørensen (Krebs, 1985), con la fórmula :

$$S = \frac{2C}{A+B} \quad \text{donde :}$$

A = Número de especies en la estación A

B = Número de especies en la estación B

C = Número de especies comunes a ambas estaciones

Con éste índice se puede obtener la similitud de dos estaciones en cuanto a aparición de especies. Los resultados de ésta comparación fueron desde el más bajo 0.704 para los pares de estaciones (2-6) y (4-6), hasta el más alto de 0.921 para el par (4-5), indicando un comportamiento casi homogéneo para el embalse en cuanto a las especies encontradas.

De los taxa determinados, el 32 % es característico de aguas eutróficas, siendo la mayoría de ellos los más abundantes : *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena* sp., *Lyngbya digetii*, *Aulacoseira granulata*, *Stephanodiscus astraea*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra ulna*, *Gyrosigma acuminatum*, *Ceratium hirundinella* fo. *furcoides*, *Botryococcus braunii*, *Pediastrum simplex* var. *simplex*, *Crucigenia tetrapedia*, *Scenedesmus quadricauda* y *Eudorina* sp.. De ellas, *Fragilaria crotonensis* y *Scenedesmus quadricauda* también se presentan con frecuencia en aguas mesotróficas (Round, 1981).

## CONCLUSIONES

El embalse tiene poca profundidad y es de forma alargada en dirección Este-Oeste, con la cortina ubicada en la punta Este.

En el embalse no se observó ninguna zonación superficial respecto a la distribución de organismos cuantificados, ni a variables fisicoquímicas, a excepción de las algas filamentosas y sus epifitas, que se recolectaron únicamente en las estaciones litorales.

La comunidad algal del embalse Villa Victoria estuvo formada por 44 taxa, de los cuales el 34 % pertenecen a la clase Bacillariophyceae, 27 % a Chlorophyceae, 12 % a Zygophyceae, 11 % a Cyanophyceae, 9 % a Euglenophyceae, 5 % a Dinophyceae y 2 % a Chrysophyceae.

Los taxa más frecuentes y abundantes fueron : *Aulacoseira granulata*, *Stephanodiscus astraea*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra ulna*, *Pediastrum simplex* var. *duodenarium*, *Pediastrum simplex* var. *simplex*, característicos de aguas eutróficas, aunque también se encontraron las especies como : *Phormidium retzii*, *Mallomonas caudata*, *Closterium gracile* var. *elongatum*, organismos que se ubican en aguas mesotróficas y oligotróficas, lo que nos indicaría que el embalse se encontraba en un proceso de eutrofización durante la época de muestreo.

-89-

Las variables fisicoquímicas que caracterizaron al embalse fueron el pH, muy cercano a la neutralidad durante casi todo el ciclo anual, y la transparencia, muy baja.

La transparencia se vio afectada por el florecimiento de las poblaciones de *Pediastrum simplex*.

Las poblaciones de diatomeas *Fragilaria crotonensis* y *Stephanodiscus astraea* se vieron ligeramente afectadas por el aumento en la temperatura del agua.

El CO<sub>2</sub> parece favorecer el crecimiento de la Desmidiaceae *Staurastrum paradoxum*.

En este caso, los silicatos no fueron un factor limitante para el desarrollo de las poblaciones de diatomeas.

El embalse se ubica en un nivel de  $\beta$ -mesosaprobiedad.

## B I B L I O G R A F I A

- ARMENGOL, J., (1981). Ecología del zooplancton de embalses. *Mundo Científico*, 2(11) : 168-178.
- BENSON, C.E. y S. R. RUSHFORTH, (1975). *The algal flora of Huntington Canyon Utah, U.S.A..* A.R. Gantner Verlag KG, J. Cramer, Germany, 177 pp.
- BOURRELLY, P., (1966). *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome I: Les algues vertes.* Editions N. Boubée & Cie. Paris, reimpreso en 1972. 572 pp.
- BOURRELLY, P., (1968). *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome II: Les algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Pheophycées, Xanthophycées et Diatomées.* Société Nouvelle des Editions Boubée, Paris, reimpreso en 1981. 517 pp.
- BOURRELLY, P., (1970). *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome III: Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines.* Editions N. Boubée & Cie. Paris. 512 pp.
- CHANG W., L.A., (1989). *Variación de la comunidad planctónica de la presa Requena Hidalgo.* (Tesis), Facultad de Ciencias Biológicas, U.N.A.M., 112 pp.
- CHAVEZ A., M.M., (1986). *Contribución al conocimiento de la estructura y composición de las comunidades planctónicas de Valle de Bravo, estado de México.* (Tesis), Facultad de Ciencias Biológicas, U.N.A.M., 227 pp.
- COLLINS, G.B. & C. I. WEBER, (1978). Phycoperiphyton (Algae) as indicators of water quality. *Trans. Amer. Micros. Soc.* 97 : 36-43.
- CONRAD, W. y L. VAN MEEL, (1952). *Materiaux pour une monographie de Trachelomonas Ehrenberg, C. 1834, Strombomonas Deflandre, G. 1930, et Euglena Ehrenberg, C. 1832, Genres d'Euglénacées.* Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Bruxelles. 176 pp.
- CONTRERAS E., F., (1984). *Manual de técnicas hidrobiológicas.* U.A.M. Iztapalapa, México, 149 pp.

- COOLEY, W.W. y P. R. LOHNES, (1971). *Multivariate data analysis*. Robert E. Krieger Publishing Company, U.S.A., 364 pp.
- DESIKACHARY. T.V., (1959). *Cyanophyta*. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 686 pp.
- DIAZ Z., G., (1988). *Informe final del proyecto Control de Eutroficación y Malezas Acuáticas*. 1a versión. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, SARH., 19 pp.
- FRANCO L., J., et al., (1989). *Manual de ecología*. Editorial Trillas, México, 266 pp.
- GARCIA, E., (1973). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía. U.N.A.M., México, 246 pp.
- \*GARCIA DE LEON L., A. (1988). *Generalidades del análisis de cúmulos y del análisis de componentes principales*. Divulgación Geográfica No. 8, Instituto de Geografía, UNAM, México, 29 pp.
- GARZON Z., M.A., (1990). *Caracterización Saprotrofica de los Lagos Cráter de la Región de los Llanos, Puebla*. (Tesis) E.N.E.P. Iztacala, U.N.A.M., México, 102 pp.
- GEITLER, L., (1932). *Kryptogamen-Flora. Cyanophyceae von Europa*. (Ed.) L. Rabenhorst, Koeltz Scientific Books, Germany, 1196 pp.
- GEORGE, D.G. y S. I. HEANEY, (1978). Factors influencing the spatial distribution of phytoplankton in a small productive lake. *Jour. of Ecology*, 66 : 133- 155.
- GERMAIN, H., (1981). *Flore des Diatomées. Diatomophycées. Eaux Douces et Saumâtres du Massif Armoricain et des Contrées Voisines d' Europe Occidentale*. Societé Nouvelle des Editions Boubée, Paris, 444 pp.
- GOLTERMAN, H.L., R.S. CLYMO y M.A.M. OHNSTAD, (1978). *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*. Second Edition. IBP Handbook No.8, Blackwell Scientific Publications GreatBritain, 213 pp.
- \*GREEN, R.H., (1979). *Sampling design and statistical methods for environmental biologist*. I.B.P. 22, Wiley - Interscience Publication, U.S.A., 257 pp.

- GREENBERG, A.E., et al., (1985). *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 15th edition, A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F., Washington, 1268 pp.
- GUZMAN M., M.A., (1989). *La macrofauna béntica y su relación con la dinámica fisico-química de los lagos de Chapultepec, México*. (Tesis), E.N.E.P. Iztacala, U.N.A.M., 66 pp.
- \*HASLE, G.R. y G.A. FRYXELL, (1970). Diatoms: Cleaning and mounting for light and electron microscopy. *Trans. Amer. Microsc. Soc.* 89(4): 469-474.
- HOLLARD, R.E., (1968). Correlation of *Melosira* species with trophic conditions in Lake Michigan. *Limnol. Oceanogr.* 13: 555-557.
- HUBER-PESTALOZZI, G., (1941). *Das phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie*. In A. Thienemann (ed.) *Die Binnengewässer*. 16(2,1): *Chrysophyceen, Farblose Flagellaten Heterokonten*. Reimpreso en 1962 por E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart, 365 pp.
- HUBER-PESTALOZZI, G., (1955). *Das phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie*. In A. Thienemann (ed.). *Die Binnengewässer*. 16(4): *Euglenophyceen*. Reimpreso en 1969 por E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart. 606 pp.
- HUBER-PESTALOZZI, G. y FOTT, B., (1968). *Das phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie*. In A. Thienemann (ed.) *Die Binnengewässer*. 16(3): *Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart, 322 pp.
- HUSTEDT, F., (1930a). *Bacillariophyta (Diatomeae)*. In A. Pascher (ed.). *Süßwasser-flora Mitteleuropa* 10, 2. Aufl. G. Fischer Jena. Reimpreso en 1976 por O. Koeltz Science Publisher. W. Germany. 446 pp.
- HUSTEDT, F., (1930b). *Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*. En L. Rabenhorst *Kryptogamen-Flora*. 7 (1): *Einleitung und Centricae*. Reprint 1977 by Otto Koeltz Science Publishers, Germany, 920 pp.

- HUSTEDT, F., (1959). *Die Kieselalgen. Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz.* En L. Rabenhorst Kriptogamen-Flora. 7 (2): *Einleitung und Pennatae.* Reprint 1977 by Otto Koeltz Science Publishers, Germany, 845 pp.
- INEGI, (1973). Carta Topográfica e Hidrológica E-14, A-36, Villa Victoria, Escala 1:50,000.
- JEFFERS, J.N.R., (1978). *An introduction to system analysis with ecological application.* Edward Arnold (Publishers) Limited, Great Britain, 198 pp.
- JONES, R.I., (1977). Factors controlling phytoplankton production and succession in a highly eutrophic lake (Kinnego Bay, Lough Neagh). I. The phytoplankton community and its environment. *J. Ecol.*, 65 : 547- 559.
- KRAMER, K. y H. LANGE-BERTALOT, (1991). *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae. 3. Teil : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.* Gustav Fischer Verlag. Stuttgart-Jena. Germany, 576 pp.
- KREBS, Ch. J., (1985). *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia.* Segunda Edición. Harper & Row Latinoamericana, México, 753 pp.
- KOMAREK, J. y B. FOTT, (1983). *Das phytoplankton des Süßwassers : Systematik und Biologie.* In A. Thienemann (ed.). *Die Binnengewässer.* 16(7): *Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Chlorococcales.* E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1044 pp.
- LAWSON, L.L. y S.R. RUSHFORTH, (1975). *The diatom flora of the Provo River Utah, U.S.A.* A.R. Gantner Verlag KG, J. Cramer. Germany. 149 pp.
- MANGAS R., E., (1990). *Contribución al conocimiento de las diatomeas planctónicas del embalse La Goleta, Estado de México. Periodo Febrero de 1989 a Enero de 1990.* (Tesis), E.N.E.P. Iztacala, U.N.A.M., México, 70 pp.
- MARGALEF, R., (1955). *Los organismos indicadores en la limnología.* Biología de las aguas Continentales XII. Ministerio de Agricultura, Madrid, 300 pp.

MARGALEF, R., (1983). *Limnología*. Ediciones Omega, Barcelona, España, 1010 pp.

MARGALEF, R., (1976). Biología de los embalses. *Invest. y Cienc., Scient. Amer.* (1) : 50-62.

MORENO C., R. y C. E. PALACIOS D., (1987). *Estudio ficoflorístico preliminar en la presa de la Concepción, Tepotzotlán, Estado de México*. (Tesis). Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, U.N.A.M., 92 pp.

MORENO, N. P. (1984). *Glosario Botánico Ilustrado*. Instituto de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz, México. Compañía Editorial Continental S. A. de C. V., 300 pp.

MORENO S., I.A., (1987). *Contribución al conocimiento de las diatomeas planctónicas del embalse Danxhó, Estado de México*. (Tesis). Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, U.N.A.M., 89 pp.

ODUM, E., (1985). *Ecología*. 3a edición, Editorial Interamericana, México, 639 pp.

\* OLIVA M., M.G. y G. GARDUÑO (1988). *Manual práctico de Botánica I*. E.N.E.P. Iztacala, UNAM, 188 pp.

ORTEGA, M. M., (1972). Bibliografía algológica de México. *An. Inst. Biol. U.N.A.M.*, 43, Ser. Botánica (1) : 63-76.

\* ORTEGA, M. M., (1984). *Catálogo de algas continentales recientes de México*. U.N.A.M., 565 pp.

ORTEGA, M. M., (1987). *Doce años de ficología en México (1971-1983)* En : *Contribuciones en Hidrobiología*. Gómez A., y Arenas F., V. (Edit.) U.N.A.M., 278 pp.

ORTEGA, M. M., et al. (en prensa). *Ficología de México : las algas continentales*.

PALMER, M., (1969). A composite rating of algae tolerating organic pollution. *J. Phycol.* 5: 78-82.

PARRA O., O., (1975). *Desmidiaceas de Chile. I. Desmidiaceas de la Región de Concepción y alrededores*. Gayana. Instituto de Biología. Botánica N° 30. Universidad de Concepción, Chile. 91 pp.

- PARRA O., O. et al., (1982a). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. I. Cyanophyceae*. Editorial Universidad de Concepción, Chile. 70 pp.
- PARRA O., O. et al., (1982b). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. II. Chrysophyceae y Xanthophyceae*. Editorial Universidad de Concepción, Chile. 82 pp.
- PARRA O., O. et al., (1982c). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. III. Cryptophyceae, Dinophyceae y Euglenophyceae*. Editorial Universidad de Concepción, Chile. 99 pp.
- PARRA O., O. et al., (1983). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. V. Chlorophyceae. Parte I: Volvocales, Tetrasporales, Chlorococcales y Ulothricales*. Editorial Universidad de Concepción, Chile. 151 pp.
- PATRICK, R. y C. W. REIMER, (1966). *The Diatoms of the United States. Exclusive of Alaska and Hawaii*. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. No. 13, U.S.A., 688 pp.
- PLA, L.E., (1986). *Análisis multivariado: Método de Componentes Principales*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C., 93 pp.
- PHILIPPOSE, M.T., (1967). *Chlorococcales*. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 365 pp.
- PRESCOTT, G.W., (1951). *Algae of the western Great Lakes area*. Otto Koeltz Science Publishers W. Germany. ed. rev. Wm. C. Brown Co. Iowa. 977 pp.
- PRESCOTT, G.W. et al, (1975). *A synopsis of north american desmids. Part II. Desmidiaceae : Placodermæ. Section 1*. University of Nebraska Press, U.S.A. 275 pp.
- RAWSON, D.S., (1956). Algal indicators of trophic lake types. *Limnol. Oceanogr.* 1(1): 18-25.

- RINGUELET, R.A., (1962). *Ecología acuática continental*. Editorial Universitaria de Buenos Aires (EUDEBA), Argentina, 138 pp.
- RIVERA, P. et al., (1982). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. IV. Bacillariophyceae*. Editorial Universidad de Concepción, Chile. 97 pp.
- ROUND, F.E., (1981). *The ecology of algae*. Cambridge, University Press, Great Britain, 653 pp.
- RZEDOWSKI, J. y G. C. RZEDOWSKI, Editores, (1979). *Flora Fanerogámica del Valle de México. Volumen I. Generalidades Gymnospermae, Dicotyledoneae (Saururaceae-Polygalaceae)*. Compañía Editorial Continental S. A. de C. V., México, 403 pp.
- RZEDOWSKI, J. y G. C. RZEDOWSKI, (1985). *Flora Fanerogámica del Valle de México. Volumen II*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto de Ecología, 674 pp.
- SCHEFLER, W.C., (1981). *Bioestadística*. Fondo Educativo Interamericano, S.A., México, 267 pp.
- \*SCHLICHTING Jr., H.E., (1954). *Quantitative Analysis of Phytoplankton Samples by the Drop Method*. Revue of Oklahoma University, 2 pp.
- \*SCHWOERBEL, J., (1975). *Métodos de hidrobiología (Biología del agua dulce)*. H. Blume Ediciones, Madrid, 262 pp.
- SKUJA, H., (1949). *Zur Süßwasseralgen-flora Burmas*. Nova Acta Soc. Sci. Upsal., Ser. 4, 14(5), 188 pp.
- SLADECEK, V., (1963). *A Guide to Limnosaprobical Organism*. Scientific Papers, Institute of Chemical Technology, Prague. *Technology of Water*. 7(2) : 543-612.
- SLADECEK, V., (1973). *System of water quality from the biological point of view*. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebnisse der Limnologie, Heft 7. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart. Germany, 218 pp.
- SLADECEK, V., (1981). *Biologicky Rozbor Povrchové Vody. Komentár K CSN 830532 - Casti 6 : Stanoveni Saprobniho Indexu*. Vydavatelstvi, Czechoslovakia, 185 pp.

- SMITH, G.M., (1933). *The fresh water algae of the United States*.  
Mc Graw Hill Book Co., New York. 718 pp.
- S.P.P., (1981). *Síntesis Geográfica del Estado de México*.  
Secretaría de Programación y Presupuesto, México, 174 pp.
- STAKER, R.D., et al., (1974). Phytoplankton distribution and water  
quality indices for Lake Mead (Colorado River). *J. Phycol.*,  
10: 323-331.
- TEILING, E., (1955). Algae. Some mesotrophic phytoplankton  
indicators. *Proc. Int. Assoc. of Theor. and Appl. Limnol.* 12:  
212-215.
- TILDEN, J., (1910). *Minnesota algae. Volume I. The Myxophyceae of  
North America and adjacent regions including Central America,  
Greenland, Bermuda, The West Indies and Hawaii*. Minneapolis,  
Minnesota. 328 pp.
- THEREZIEN, Y. y A. COUTE, (1976). *Algues d'eau douce des Iles  
Kerguelen et Crozet (à l'exclusion des diatomées)*. 91 pp.
- TIFFANY, L. H. y M. E. BRITTON, (1971). *The algae of Illinois*.  
Hafner Publishing Company, New York, 407 pp.
- UHERKOVICH, G., (1966). *Die Scenedesmus-Arten Ungarns*. Akadémiai  
Kiadó, Budapest. Verlag Der Ungarischen Akademie Der  
Wissenschaften. 173 pp.
- VAN HEURCK, H., (1899). *Traité des Diatomées*. Reimprimé en 1963  
pour Jean R. Hansen, Dinant, Belgique, 574 pp.
- VILACLARA F., G., et al., (1991). Valores guía de calidad de aguas  
naturales y contaminadas por materia orgánica antropogénica.  
*Memorias del XI Coloquio de Investigación*. Del 2 al 6 de  
diciembre de 1991, E.N.E.P. Iztacala, UNAM.
- \*VOLLENWEIDER, R.A., et al., Editores, (1974). *A manual on methods  
for measuring primary production in aquatic environments*.  
Second Edition, Blackwell Scientific Publications, IBP  
Handbook No.12. Great Britain. 225 pp.
- VINYARD, W.C., (1979). *Diatoms of North America*. Mad River Press  
Inc. California. 119 pp.

- WEBER, C.I., (1971). *A guide to the common diatoms at water pollution surveillance system stations*. U.S. Environmental Protection Agency. National Environmental Research Center Analytical Quality Control Laboratory, Cincinnati, Ohio. 101 pp.
- WEST W. y G. S. WEST, (1904). *A monograph of the British Desmidiaceae. Vols. I, II, III, IV y V*. The Ray Society, London. Reimpreso en 1971 por Johnson Reprint Corporation, New York. 224 pp.
- WETZEL, R.G., (1975). *Limnology*. Saunders College Publishing, Philadelphia, 743 pp.
- WHITFORD, L. A. y G. J. SCHUMACHER, (1969). *A manual of the fresh water algae in North Carolina. Tech. Bul. N° 188*, January. The North Carolina Agricultural Experiment Station. 313 pp.
- YACUBSON, S., (1969). *Algas de ambientes acuáticos continentales, nuevas para Venezuela (Cyanophyta, Chlorophyta)*. Universidad del Zulia. Facultad de Humanidades y Educación. Centro de Investigaciones Biológicas. Maracaibo, Venezuela. 87 pp.
- YACUBSON, S., (1972). *Catálogo e iconografía de las Cyanophyta de Venezuela*. Universidad del Zulia. Fac. de Humanidades y Educación. Centro de Investigaciones Biológicas. Maracaibo, Venezuela. 78 pp.
- YACUBSON, S., (1974). *Catálogo e iconografía de las Chlorophyta de Venezuela*. Universidad del Zulia. Fac. de Humanidades y Educación. Centro de Insvestigaciones Biológicas. Maracaibo, Venezuela. 143 pp.