



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CONTRIBUCION A LA TAXOCENOSIS  
FITOPLANCTONICA DE LA LAGUNA  
EL RODEO, EDO. DE MORELOS, MEXICO

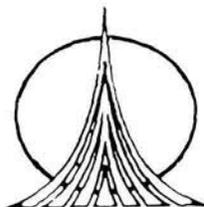
**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A  
**FRANCISCO JAVIER MARTINEZ MARTINEZ**

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. ERNESTO MENDOZA VALLEJO

MEXICO, D.F.

2004





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.

## AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Ernesto Mendoza Vallejo por el apoyo y confianza que deposito en mi persona para llevar a cabo el presente trabajo

A los profesores: Dra. Bertha Peña Mendoza, M en C. Roberto King Díaz, Biól. Luis Samuel Campos Lince, Biól. Raúl Arcos Ramos y Dr. José Luis Gómez Márquez por atinadas observaciones, sugerencias y comprensión en la revisión de este manuscrito de tesis.

Dedico el presente trabajo:

A mis padres  
Guadalupe y Arnulfo †

A mis abuelos  
hermanos y hermanas

A mis hijos Guillermo, Xavier y Sharon con mucho cariño y amor

A mi esposa Georgina  
Por su amor, apoyo y confianza,  
en los momentos buenos y difíciles de mi vida,  
Gracias.

# I N D I C E

|                               | Página |
|-------------------------------|--------|
| <b>Resumen</b>                | 1      |
| <b>Introducción</b>           | 3      |
| <b>Antecedentes</b>           | 7      |
| <b>Objetivo general</b>       | 9      |
| <b>Objetivos particulares</b> | 9      |
| <b>Área de estudio</b>        | 10     |
| <b>MATERIAL Y METODOS</b>     | 13     |
| Trabajo de campo              | 13     |
| Trabajo laboratorio           | 14     |
| Trabajo de gabinete           | 14     |
| <b>Resultados</b>             | 15     |
| Comunidad fitoplanctónica     | 15     |
| Chlorophytas                  | 18     |
| Chrysophytas                  | 20     |
| Cyanophytas                   | 21     |
| Euglenophytas                 | 22     |
| Pyrrophytas                   | 24     |
| Parámetros físicos y químicos | 26     |
| Temperatura de la columna     | 26     |
| Oxígeno disuelto              | 27     |
| Alcalinidad total             | 28     |

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| Dureza total                  | 29                 |
| Nutrimentos                   | 31                 |
| Amonio                        | 31                 |
| Nitratos                      | 32                 |
| Nitritos                      | 33                 |
| Fósforo reactivo              | 33                 |
| <b>Análisis de resultados</b> | <b>35</b>          |
| Temperatura                   | 36                 |
| Oxigeno                       | 36                 |
| Alcalinidad                   | 36                 |
| Dureza total                  | 37                 |
| Nutrimentos                   | 37                 |
| Amonio                        | 37                 |
| Nitratos                      | 38                 |
| Nitritos                      | 38                 |
| Fósforo reactivo              | 38                 |
| <b>Conclusiones</b>           | <b>39</b>          |
| <b>Bibliografía</b>           | <b>41</b>          |
| <b>Apéndice I</b>             | <b>Tablas 45</b>   |
| <b>Apéndice II</b>            | <b>Esquemas 54</b> |

## RESUMEN

El objeto de estudio del presente trabajo está enfocado, fundamentalmente, a la elucidación de la composición taxonómica de una comunidad fitoplanctónica en las jerarquías taxonómicas de género y especie; así como la determinación de la densidad relativa de los principales ordenes, que en tiempo y espacio, constituyen dicha comunidad. El área geográfica de estudio corresponde al lago "El Rodeo", localizado en el Municipio de Miacatlán en el estado de Morelos. Las colectas comprenden los meses de octubre y diciembre de 1986 y marzo de 1987, seleccionándose cinco estaciones de monitoreo, cada una con dos niveles de profundidad (0.30 y 3.00 m). Como resultado se obtuvo un total de 96 especies incluidas en 78 géneros fitoplácticos, pertenecientes a 5 divisiones Chlorophyta (54 especies), Chrysophyta (24 especies), Cyanophyta (12 especies), Euglenophyta (3 especies) y Pyrrophyta (4 especies). Las especies dominantes a lo largo del estudio son: *Scenedesmus sp.*, *Tetraedrom sp.*, *Pediastrum sp.*, *Euglena acus*, *Merismopedium sp.*, *Cyclotella sp.*, y *Navicula sp.*; mientras que la más abundante *Euglena acus* y, las menos frecuentes en su aparición son *Tetraedron trigoniun*, *Tetrastrum sp.*, *Cladophora sp.*, *Ceratium sp.* y *Cyanomastix sp.*

La serie de datos por mes en cada estación de colecta, tanto de superficie como de fondo, muestra pequeñas diferencias en lo que respecta a la densidad fitoplanctónica, lo cual indicando una distribución espacial homogénea. La concentración celular máxima total para el nivel de superficie fue de 1, 038, 622 células/l, mientras que para el nivel de fondo se registra una concentración de 870, 476 células/l.

Dentro de la composición de especies registradas se encuentran algunas consideradas como típicas de ambientes eutróficos, entre las que destacan: *Aphanizomenon sp.*, *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria sp.*, *Anabaena sp.*, *Fragilaria sp.*, *Chlorella sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Pediastrum boryanum*, *Euglena acus*, *Merismopedium sp.*, y *Chroococcus sp.*, por lo que se puede considerar a este lago como un sistema acuático eutrófico.

El clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano, por lo que durante el desarrollo del presente trabajo se presentaron ligeras variaciones en la temperatura del agua, oscilando tan solo entre los 23 y 24.6 °C; la concentración de oxígeno disuelto presenta variaciones a lo largo de las colectas entre 3.94 y 11.64 mg/l O<sub>2</sub>; mientras que la dureza total presenta concentraciones que van de 52.05 a 89.08 mg/l CaCO<sub>3</sub>; la alcalinidad a los bicarbonatos se encontró entre 21.00 y 74.37 mg/l CaCO<sub>3</sub>; la concentración del ion nitrito varió entre 0.0006 y 1.7927 mg/l N-NO<sub>2</sub>; por último el fósforo reactivo presenta valores de concentración entre los 0.008 y 2.763 mg/l P-PO<sub>4</sub>. Mientras que el sistema en estudio mostró dos periodos, uno de dilución que se corresponde con los meses de octubre y diciembre del año de 1986, y el otro de concentración en el mes de marzo del año de 1987.

## INTRODUCCIÓN

En el agua se encuentran organismos microscópicos suspendidos pertenecientes a la comunidad del plancton. Dicho término fue definido por el alemán Hensen (1887), y en él que se incluye a plantas y animales de movimiento pasivo, por lo que su transporte es debido al movimiento del agua. Las células vegetales (algas unicelulares) que lo constituyen pertenecen al denominado fitoplancton. El cual, en su mayoría, está constituido por diatomeas, dinoflagelados, cianófitas y clorófitas (Sournia, 1978).

Las comunidades algales abarcan una gran diversidad de especies, cuyas poblaciones específicas varían en tamaño desde células individuales tan pequeñas como un micrómetro hasta las grandes algas marinas (pluricelulares) que crecen más de 50 metros. La mayoría de las algas son autótrofas, aunque algunas formas son heterótrofas facultativas u obligadas e incluso algunas son fagotróficas. Mientras que la mayoría de las algas viven en aguas dulces o marinas es posible encontrar algunas especies que se desarrollan en ambientes tan diversos como troncos de árboles, bancos de nieve, aguas termales e incluso dentro de cavidades diminutas de las rocas del desierto. El crecimiento y distribución de éstas varía estacional y espaciales en función de las concentraciones de nutrimentos, por lo que se les considera como indicadores de las condiciones del medio ambiente (Plantarum, 1995)

Toda esta plasticidad se resume en 2, 000 géneros y 30,000 especies algales conocidas hasta el momento, las cuales se encuentran ubicadas en un sistema general de clasificación, así como en el estudio de los aspectos ecofisiológicos de las poblaciones específicas y de comunidades, junto con las relaciones existentes con su ambiente, relación que guarda conexión directa con la evolución de los grupos, tanto actual como históricamente, y que hoy en día se ubica dentro del contexto de la sistemática. Los componentes de las clasificaciones son los taxones naturales; especies y grupos monofiléticos supraespecíficos; los cuales reciben un

nombre de acuerdo al código de nomenclatura biológica y, son ubicados de acuerdo a sus relaciones en alguna jerarquía.

Quizás no sea sorprendente que la clasificación y las relaciones evolutivas de un grupo tan diverso de organismos continúe siendo, un tema de gran discusión. Los primeros intentos por distinguir grupos separados de algas se basaron en la pigmentación, cuya importancia aun se reconoce cuando se habla de grupos como las algas verdes o pardas.

En la actualidad se considera también las siguientes características importantes para definir los principales grupos de algas: la presencia o ausencia de flagelos, las características de los flagelos (número, longitud, punto de inserción, presencia-ausencia de pelos o escamas); la composición de la pared celular y el tipo de producto fotosintético almacenado. Conforme se observan más y más algas al microscopio electrónico, resulta más evidente que las características ultra estructurales, especialmente los detalles de la estructura del cloroplasto, son características taxonómicas muy útiles. Utilizando esta información, se pueden establecer diferencias claras entre los grupos de algas en lo que muchos investigadores consideran el nivel de clase (Cifuentes, 1983). Algunas acepciones más modernas define a la sistemática biológica como el estudio de la diversidad de organismos, la cual es relevante a alguna clase de relaciones especificadas, que se piensa existen entre poblaciones, especies o taxones superiores. Para Wiley (1988) la taxonomía es la teoría y la práctica de la descripción de la diversidad de los organismos y el ordenamiento de esta diversidad dentro de un sistema de palabras que expresan la información concerniente a la clase de relaciones entre los organismos, y en las que el investigador elige las que son más relevantes.

En los ecosistemas acuáticos, la importancia central de la comunidad fitoplanctónica, es el representar a la unidad básica de producción de materia orgánica (González de I, 1988) que los organismos heterótrofos utilizan como fuente de carbono, para que finalmente el hombre también dependa de él (Reynolds, 1984.). Por lo que, el

fitoplancton forma parte importante de la cadena trófica, en la productividad primaria y su interacción con su ambiente (González de I, op cit).

Los organismos del fitoplancton poseen un alto valor alimenticio (Sournia, op cit), y en este sentido contribuyen al buen funcionamiento del ecosistema acuático, mediante las actividades de fotosíntesis, de respiración, de fijación del nitrógeno y formando parte de los ciclos biogeoquímicos (Reynolds, op cit).

Algunas poblaciones algales son indicadoras del grado de eutrofización que se presenta en un cuerpo de agua como por ejemplo: *Chlorella sp*, *Oscillatoria sp* y *Chlamydomonas sp*, entre otras, por lo que se les considera ecológicamente importantes (Reynolds, op cit).

Los recursos acuáticos adquieren matices ecológicos primordiales, ya que la mayoría de las actividades del hombre se relacionan en gran medida con la existencia de ellos. Lo anterior se refleja en el desarrollo industrial y agrícola, que requieren del abasto de agua, así como en la creciente demanda de energía hidráulica, y en el incremento en las necesidades alimenticias y satisfactores de las poblaciones humanas. En este sentido, el estudio de los recursos acuáticos conduce a esbozar una tipología de los cuerpos de agua, que además de cumplir con un fin práctico, implica el que cada embalse posea una serie de características de composición química y de dinámica física y biológica que deben tenerse presentes en su administración y manejo (Reynolds, 1984).

Los ambientes dulceacuícolas comprenden fundamentalmente lagos, lagunas y ríos. Del total del agua en el planeta, los lagos representan aproximadamente el 0.009%, mientras que los ríos el 0.00009% (Wetzel, 1975). La República Mexicana cuenta con presas, embalses y lagos artificiales, cuya superficie ha sido estimada en 1.3 millones de hectáreas; en ellos la tasa de renovación es más lenta que la de un río, además de presentar niveles generalmente fluctuantes de agua y una turbidez elevada (Ortega, 1984).

Con base a lo establecido por De la Lanza *et al.* (1991), el término laguna es para una depresión semicerrada de las aguas oceánicas y un lago pertenece a las aguas epicontinentales.

En las dos últimas décadas se han desarrollado investigaciones encaminadas a determinar el estado trófico de los lagos, principalmente de los templados, que contemplan factores como los límites paramétricos, los Índices del Estado Trófico (IET); los modelos complejos multiparamétricos, así como las aproximaciones que relacionan la entrada de fósforo en un cuerpo de agua con sus propiedades morfológicas y balance de masas.

El modelo de Vollenweider unifica y concluye los estudios previos encaminados a desarrollar una metodología estándar para expresar la entrada de nutrientes, principalmente de fósforo (P), y su relación con el grado de eutrofización de los lagos. El proceso de eutrofización o enriquecimiento de los nutrientes de un lago origina un descenso en la calidad de agua, lo que limita, e incluso, impide sus usos (Olvera, 1992).

Nuestra Facultad (F.E.S. Zaragoza, U.N.A.M.) inició los estudios en el lago "El Rodeo" en el año de 1982 con la perspectiva de conocer los aspectos biológicos, fisicoquímicos, ambientales y ecológicos, así como el beneficio que representa para los habitantes cercanos al lago. Por lo que a partir de ese año, el lago "El Rodeo" ha sido estudiado continuamente por los alumnos de la carrera de Biología de esta institución, ya sea como prestadores de servicio social, o en trabajos de tesis de profesional.

## ANTECEDENTES

En la República Mexicana, los primeros estudios realizados sobre fitoplancton fueron realizados por Sámano (1933, 1934 y 1940), en los lagos del Valle de México.

Jiménez y Rodríguez (1984), abordaron el estudio de la dinámica física, química y biológica de la Presa Taxhimay, Edo. de México, todo ello enfocado al rendimiento pesquero, como una respuesta a la necesidad de encontrar nuevas fuentes de alimentos de origen animal.

Lara y Sánchez (1986), en su estudio del fitoplancton del lago de Chamela determinaron algunos parámetros físicos y químicos del cuerpo acuático de agua dulce tropical, a fin de conocer la composición, diversidad, abundancia y distribución del fitoplancton; el comportamiento hidrológico del sistema y las relaciones entre ambas variables.

SARH (1976), registra que el uso principal del cuerpo acuático de "El Rodeo" es para la pesca y para riego.

López (1992), realizó un estudio del fitoplancton en una zona marina del Golfo de México haciendo determinaciones taxonómicas en el nivel genérico de Chlorofíceas, Phyttoflageladas, Bacilariofíceas, Chrisofíceas y Dinophyíceas.

Olvera V. V. (1992), evaluó la eutrofización de la presa Valle de Bravo, a partir de la medición de parámetros físicos, químicos y biológicos en las aguas de los ríos, el lago y el afluente, los análisis de sedimentos, la medición de los perfiles de oxígeno disuelto (OD) y de temperatura del agua. La estimación de la cobertura, la densidad y el crecimiento del lirio acuático, así como su análisis químico. El estado trófico del embalse y sus posibles variantes.

En el año de 1982 se inicia en la F. E. S. Zaragoza una serie de estudios acerca de las relaciones con la comunidad fitoplanctónica en el lago "El Rodeo", del estado de Morelos por los alumnos de la carrera de Biología de esta Institución, una parte enfocados a estudios relacionados con especies ícticas como lo es la tilapia

(*Oreochromis spp*) y otra parte enfocada a estudios de productividad y de parámetros físicos y químicos.

Alejo *et al.* (1989), analizaron algunos aspectos ecológicos, reproductivos y poblacionales de *Oreochromis mossambicus* en el período comprendido de diciembre de 1986 a noviembre de 1987 en el lago "El Rodeo".

## OBJETIVO GENERAL

Reconocer la estructura taxonómica genérica de la comunidad fitoplanctónica, así como su variación espacial y temporal.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Elaborar el listado taxonómico de los organismos fitoplanctónicos.
2. Describir la variación temporal de la densidad relativa, de los grupos taxonómicos fitoplanctónicos.
3. Elaborar láminas que ilustren las características morfológicas más sobresalientes de cada uno de los géneros determinados en las colectas.

## CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Al suroeste de la ciudad de Cuernavaca, en el Municipio de Miacatlán, entre las coordenadas 99°19'45" LW y 18°46'30" LN, a una altitud de 1050 msnm, se encuentra el lago del "El Rodeo" (Figura 1) (SARH, 1971). Tiene como vía de acceso la ciudad de Cuernavaca, por la autopista No. 95, hasta la caseta de cobro Alpuyecá, se continúa por la carretera estatal No. 92 hasta llegar al embalse.

Se encuentra dentro de una gran meseta calcárea con cañadas rodeadas por las serranías de "Los Perros" y "Las Palmas", pertenecientes a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

La formación de la cuenca se debió a la disolución de dolinas en calizas, hechas por las abundantes corrientes subterráneas de la zona, esto originó un hundimiento dando lugar a dicha formación. Se considera que esta masa de agua en su asentamiento no posee filtraciones importantes. Las rocas del lugar son de tipo sedimentarias clásticas y proceden de la Era Cenozoica, período Terciario (López-Rámos 1982).

El clima de la región, según la clasificación de Köppen, modificada por García (1980), es del tipo Aw'(w)(i)g, es decir, cálido subhúmedo con lluvias en verano, con canícula y porcentaje de lluvias invernales de 5-10.2%. La precipitación mínima se registra en los meses de diciembre, febrero y marzo con un valor mínimo de 5 mm; la máxima se presenta en los meses de junio a septiembre con lluvias que oscilan entre 190 y 200 mm. La precipitación media anual es de 1200 a 1500 mm.

La temperatura media anual es de 24 a 26 °C, con máxima de 37.5°C en los meses de abril y mayo, mientras que la mínima varía entre los 20 y 21°C en enero y diciembre.

Se presentan vientos irregulares, predominando los del noreste, durante los meses lluviosos, con una baja intensidad a causa de las montañas circundantes (velocidad media 2.2 m/seg. y raras veces alcanza los 10 m/seg).

Las unidades edáficas dominantes son vertisol pélico y el feozem háplico propicios para la agricultura, y se encuentran principalmente al norte y al sur de la lago. En los entornos existen suelos semimaduros, de la serie Temixco, de textura migajon-arcilloso-limoso coluviales que presentan acarreo de material fino, y aun cuando son los mejores suelos del distrito de riego se hallan empobrecidos debido al monocultivo de caña de azúcar, maíz y frijol (DETENAL, op cit.).

Uso del suelo. Se practica la agricultura manual, estacional para el desarrollo de los cultivos por labranza; su aptitud es baja, su aplicación del riego no apta; régimen de humedad disponible, subhúmedo. Entre otros cultivos se realiza la siembra de árboles frutales como guayabas y mangos en la parte noreste del lago y de jamaica en la parte Este. También se cultiva jitomate, maíz, chile, ajonjolí, haba, sorgo y en forrajes de riego; alfalfa, trébol y soya (DETENAL, op cit.).

El lago de "El Rodeo" forma parte del sistema hidrológico del río Amacuzac, que es la principal corriente de la región. El flujo de agua a la región proviene del río Tembembe, el cual nace en la vertiente sur del macizo de Zempoala: es un río torrencial caracterizado por un caudal durante la época de mayor precipitación y cuya cuenca es de pendiente muy pronunciada y escabrosa. Un ramal del río alimenta al lago por medio del canal "Perritos", que deriva por la margen izquierda del río Tembembe el cual tiene 6.5 Km de longitud y 6 m<sup>3</sup>/seg. de capacidad de conducción. Las aguas de descargo, además de irrigación sirven mediante otro canal para alimentar a el lago de Coatetelco. (DETENAL, op cit.).

La compuerta fue creada en 1937 con el fin de apoyar a los cultivos temporales; la capacidad total del vaso es de 28 millones de m<sup>3</sup>; con una superficie irrigable de 2,009 Ha, y una longitud de canales de 25 Km; la superficie de la cuenca es de 144 Km<sup>2</sup>.

Vegetación. La zona Este que rodea a el lago presenta vegetación tipo selva baja caducifolia secundaria; la parte Norte presenta manchones de pastizal inducido para el uso pecuario. La mayor parte de tierras cultivables que rodean a el lago son para uso agrícola de temporal. Entre la vegetación natural se encuentran solo algunos

manchones de especies de ciruelo (*Spondias púrpura*), copal (*Bursera excelsa*), amate (*Ficus sp.*, *F. petiolatis*), casahuate (*Iponema sp.* e *Y. wolcottian*) y huizache (*Acacia farmesiana*, *A. constricta*) (DETENAL 1979)

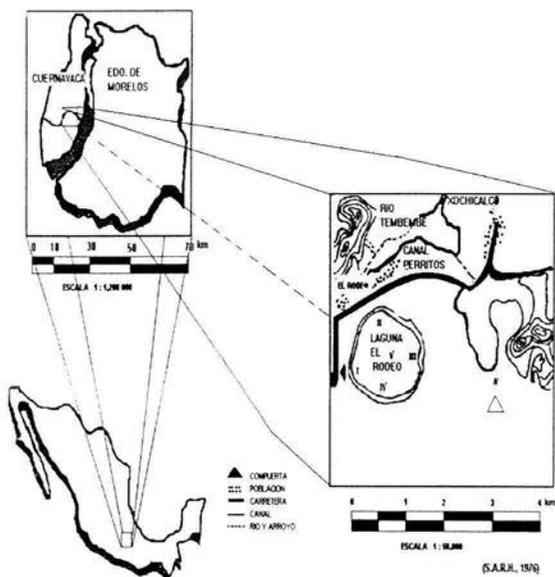


Fig. 1 Ubicación geográfica del lago "El Rodeo".

## MATERIAL Y METODOS

### TRABAJO DE CAMPO

Se estableció una red de cinco estaciones de monitoreo representativos del lago (Fig. 1). Para la elección del número de estaciones y su ubicación se tomo en consideración los puntos de referencia con las que cuenta el lago, como son, la presencia del canal de llenado "Perritos", la compuerta y la proximidad de asentamientos humanos.

En un ciclo semestral se completo un total de 3 muestreos bimestrales (octubre y diciembre de 1986 y marzo de 1987); los cuales se realizaron en el transcurso del día, contando con un una lancha de cuatro metros de eslora con motor fuera de borda 25 caballos de fuerza. En cada una de las estaciones se registraron la hora, temperatura ambiente, porcentaje de nubosidad y la dirección e intensidad del viento, la profundidad por medio de una cuerda medida en metros, y la transparencia se registró mediante el uso del disco de Secchi.

*In situ* se registro la temperatura del agua con un termómetro de -10 a +110 °C, el pH con un potenciómetro marca Corning modelo 320.

Se colectaron muestras del fitoplancton en superficie (0.30 m) y fondo (3.00 m) en cada una de las estaciones, con una botella tipo Van-Dorn de 3 litros de capacidad. Cada muestra fue fijada con 5 ml de una solución de acetato de lugol.

También con ayuda de la botella Van Dorn se realizó la toma del agua para el llenado de una botella DBO de 300 ml y determinar la cantidad de oxígeno disuelto por medio del método de Winkler con la modificación de azida de sodio (APHA, 1986), además de llenar botellas de polietileno de 1000 ml de capacidad, para el análisis en laboratorio de parámetros nutrimentales.

La cuantificación de los nutrimentos (amonio, nitritos, nitratos y fosfatos), se realizó a partir de las muestra de agua colectadas, las que fueron determinadas en laboratorio por medio de las mediciones de absorbancia con un espectrofotómetro modelo Spectronic 20. La determinación de amonio se llevó a cabo por medio del método del fenato; mientras que los nitritos por la técnica de la sulfanilamida;

finalmente los nitratos se determinaron por el método de Nessler, utilizando el método del ácido ascórbico (APHA, 1986).

#### TRABAJO DE LABORATORIO

La determinación cuantitativa del fitoplancton se llevó a cabo, siguiendo el método de Utermöhl (Sournia, 1978, Schowerbil 1975), por cámara o en transectos, (Ritter, 1978), utilizando el microscopio de objetivos invertidos (Hasle, 1978) con aumentos (10X, 40X y 100X) marca American Optical, modelo 1810 con oculares 20X. La identificación de las células fitoplanctónicas se realizó con la ayuda de un microscopio de contraste de fases marca Carl Zeiss, con objetivos normales 10X, 40X y un objetivo de inmersión 100X. Las determinaciones taxonómicas se hicieron hasta el nivel taxonómico de género. La literatura básica utilizada para este trabajo consistió fundamentalmente en claves especializadas y descripciones referidas en las obras de Bourrelly (1966, 1968 y 1970), Edmonson (1976), Hendey (1964), Wood (1968), Ortega (1984), Prescott (1977) y Round (1972).

#### TRABAJO DE GABINETE

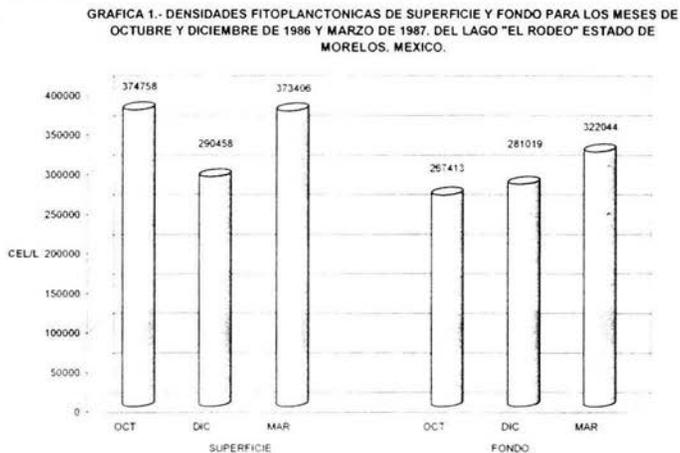
En esta fase se procedió a la ordenación y tabulación de la información obtenida en una hoja electrónica de cálculo (Excel v.4) para manipularlos adecuadamente dado su volumen. Del análisis cualitativo del fitoplancton se elaboró un listado taxonómico de las especies, así como los dibujos correspondientes, de acuerdo a las claves mencionadas con anterioridad. Se aplicó el análisis exploratorio de datos a los parámetros físicos y químicos, así como el diagrama de cajas (Salgado-Ugarte, 1992) y el análisis de varianza ANADEV (Sokal y Rolf, 1981).

## RESULTADOS

### COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA

Al aplicar a la comunidad fitoplanctónica del lago "El Rodeo" la clasificación taxonómica propuesta por Ortega (1984), se reconocieron las siguientes divisiones *Chlorophyta*, *Chrysophyta*, *Cyanophyta*, *Euglenophyta* y *Pyrrophyta* (Tabla 1).

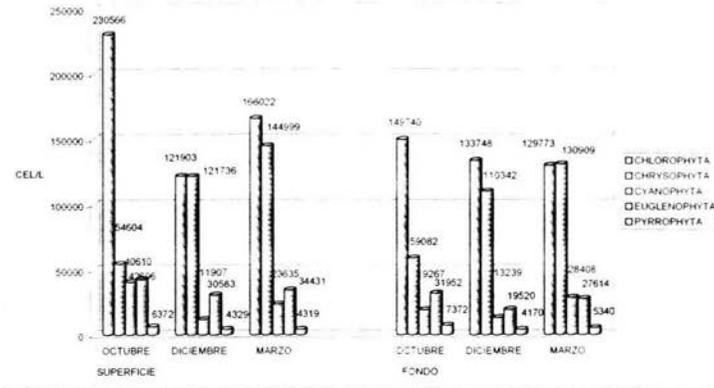
En tanto que las determinaciones de densidad total fitoplanctónica se obtuvieron los siguientes resultados: en orden descendente y para superficie, se presentó la mayor densidad para el mes de octubre con valores de 374, 758 cél/l; seguida por el mes de marzo con 373, 406 cél/l y finalmente el mes de diciembre con 290, 458 cél/l. (Gráfica 1). Mientras que para el nivel de fondo el mes de marzo fue el de mayor densidad con 322, 044 cél/l, (Tabla 7), siguiendo en orden decreciente el mes de diciembre con 281, 019 cél/l, (Tabla 6) y por último el mes de octubre con 267, 413 cél/l (Tabla 5). En relación con la dominancia por grupo, aparece en primer lugar el grupo *Chlorophyta*, con los géneros dominantes son *Scenedesmus sp*, *Pediastrum sp*, *Tetraedrom sp* y *Crucigenia sp*. (Gráfica 1).



Los valores de densidad total registrados fueron de 1, 909, 098 ( cél/l), que no superan a aquellos citados por Quiroz *et al.* (1992), para estanques fertilizados, de hasta 451 932 org/ml. Arredondo (1993) hace mención que en lagos no fertilizados han sido registradas hasta 82,700 cél/l y en estanques fertilizados alcanzan hasta  $1 \times 10^6$  cél/ml. En este sentido, al haberse registrado densidades más elevadas, puede considerarse que el lago se encuentra bajo un proceso constante de fertilización que aumenta la cantidad de nutrimentos esenciales que favorece la densidad fitoplántica. Además de que, en el perímetro del lago se tiene la presencia de macrofitas y pastos que quedan sumergidos conforme aumenta el volumen del sistema, lo que influye en el proceso fotosintético.

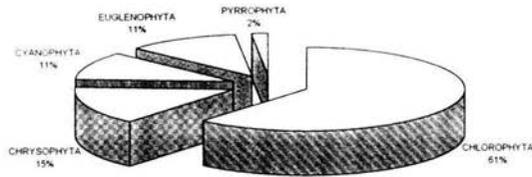
Por orden de máxima densidad (Gráfica 2) a través de las colectas se tiene: que las Chlorophytas en el mes de octubre presentaron, en superficie, una densidad máxima de 230, 566 cél/l (Tabla 5), y en el nivel de fondo también fueron las más conspicuas con densidades de 149, 740 cél/l. En el mes de marzo las Chrysophytas fueron el grupo de mayores densidades, ya que para el nivel de superficie se registraron un total de 144, 999 cél/l, mientras que para el fondo el registro fue 130, 909 cél/l (Tabla 7). De igual manera se observó que en el mes de octubre a nivel superficial las Cyanophyta mostraron una densidad con 40, 610 cél/l, (Tabla 6); mientras que para fondo las densidades para Cyanophyta fueron de 28, 408 cél/l correspondiente al mes de marzo (Tabla 7). Las Euglenophyta presentaron las densidades, en el mes de octubre, tanto para superficie como para fondo con los siguientes valores 42, 606 cél/l y 31, 952 cél/l respectivamente (Tabla 6). Y por último, el grupo de las Pyrrophyta presentó las densidades más bajas de todo el muestreo, ya que para el mes de octubre los valores de densidad fueron 6, 372 cél/l para superficie y de 7, 372 cél/l para el fondo del lago (Tabla 5).

GRAFICA 2.- DENSIDAD FITOPLANCTONICA DE LOS GRUPOS PRESENTES EN EL LAGO "EL RODEO". PARA SUPERFICIE Y FONDO. ESTADO DE MORELOS, MEXICO

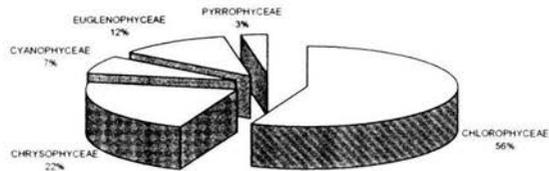


En los diagramas de pastel se muestra la composición fitoplanctónica por grupos localizada en los niveles de superficie (0.30 m) y fondo (3.00 m). Siendo las Chlorophytas las de mayor abundancia (61% superficie y 56% fondo) (Gráficas 3 y 4), y quien también presentó el mayor número de especies (54); siguiéndole en importancia el grupo de las Chrysochyta, constituida por el 15% en superficie y 22% para el fondo (Gráficas 3 y 4), con un total de 24 especies (Tablas 2, 3 y 4). Del grupo de las Cyanophytas se registró el 11% para nivel de superficie y 7% para el nivel de fondo (Gráficas 3 y 4), alcanzando un total de 12 especies. En orden decreciente, el grupo de las Euglenophyta con una abundancia del 11% para el nivel de superficie y de 12% para el nivel de fondo (Gráficas 3 y 4), y con el menor número de especies (3). Finalmente, el grupo que presentó la menor abundancia durante todo el estudio, corresponde al grupo de las Pyrrophyta con 2% para superficie y para fondo 3%, y un total de 4 especies (Gráficas 3 y 4), (Tabla 2, 3 y 4).

GRAFICA 3.- COMPOSICION DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTICA PARA EL NIVEL DE SUPERFICIE DEL LAGO "EL RODEO", ESTADO DE MORELOS, MEXICO



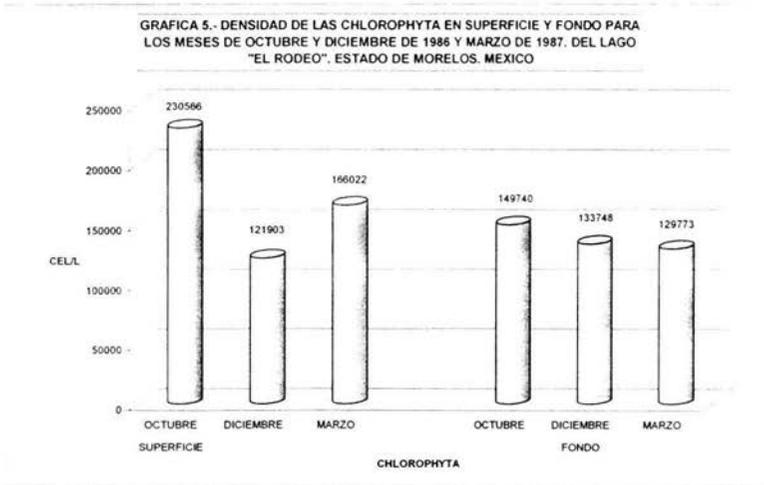
GRAFICA 4.- COMPOSICION DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTICA PARA EL NIVEL DE FONDO DEL LAGO "EL RODEO", ESTADO DE MORELOS, MEXICO



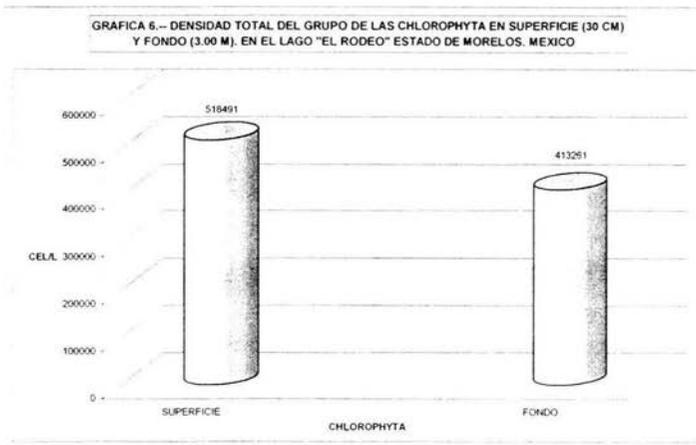
### CHLOROPHYTAS

Como ya ha sido mencionado de las cinco divisiones taxonómicas registradas, la Chlorophyta es la de mayor abundancia y la mayor riqueza de especies al contarse con 54 especies repartidas en 35 géneros. Las especies dominantes fueron *Scenedesmus sp*, *Pediastrum sp*, *Tetraedrom sp* y *Crucigenia sp*, *Staurastrum sp*.

Presentándose un máximo en octubre con una densidad de 230,566 cél/l; para disminuir en diciembre (121,903 cél/l), y aumentar ligeramente en el mes de marzo con 166,022 cél/l (Gráfica 5).



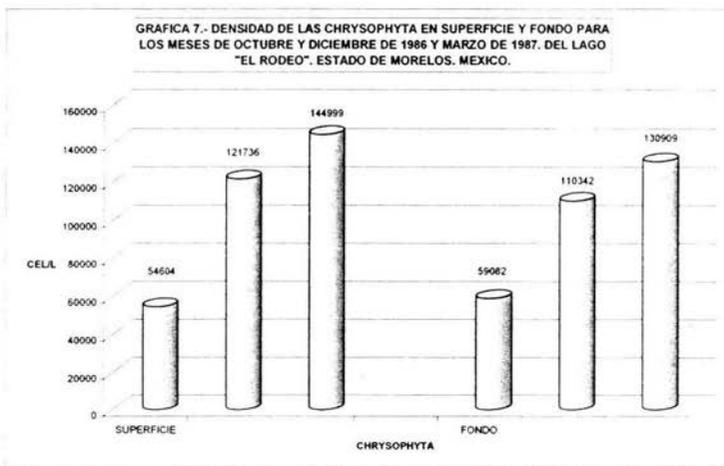
Mientras que la densidad total para los niveles de superficie y fondo fueron de 518,491 y de 413,261 cél/l respectivamente (Gráfica 6).



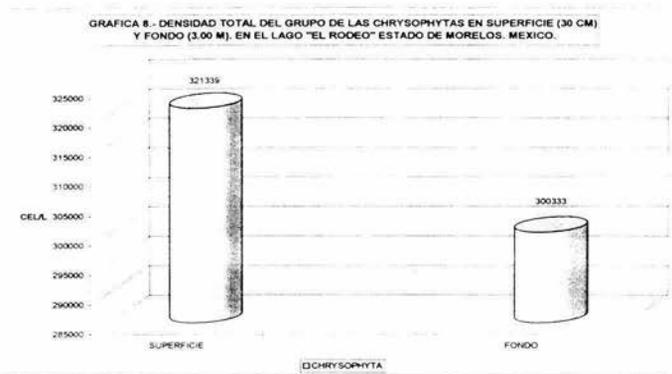
## CHRYSOPHYTAS

Las diatomeas constituyen, en espacio y tiempo, al segundo componente fitoplanctónico más importante, registrándose un total de 2 órdenes, 8 familias, 20 géneros y 20 especies. Mientras que las Xanthophyta se constituyen por 1 orden, 2 familias, 4 géneros y 4 especies (Tabla 1). A lo largo del estudio uno de los géneros más abundantes lo fue *Aulacoseira sp* (sinónimo histórico de *Melosira sp*), que corresponde a microalgas de gran tamaño y que forman colonias filamentosas de reproducción rápida y que se mantienen en la superficie de las aguas (Campos *et al.* 1989).

La densidad de las Chrysophytas va aumentando de octubre a marzo tanto para el nivel de superficie como para el de fondo. Así, en superficie el máximo en densidad es para el mes de marzo con 144,999 cél/l, y el mínimo es para el mes de octubre con una densidad de 54,604 cél/l. (Gráfica 7).

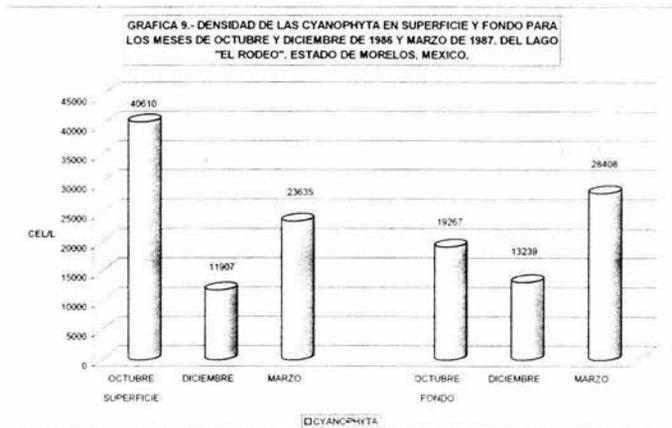


Para las Chrysophytas, la diferencia entre los niveles de superficie y fondo son mínimas. En la Gráfica 8 se muestra que para superficie se tiene un máximo de 321, 339 cél/l; y para fondo de 300, 333 cél/l..

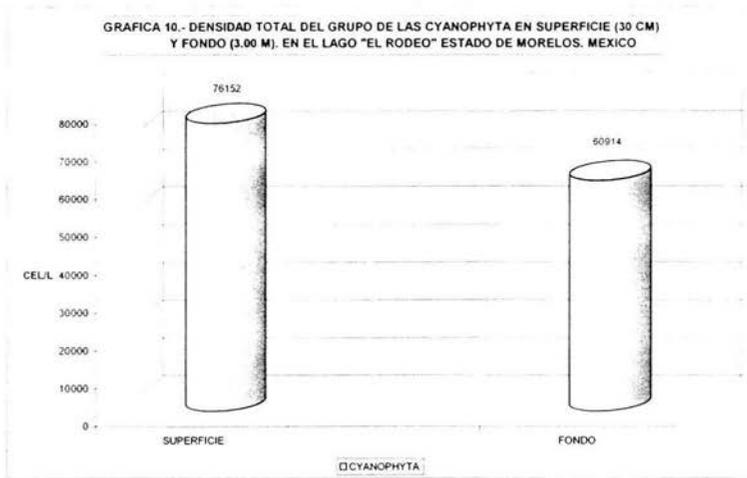


### CYANOPHYTAS

Representa al tercer grupo en importancia, y aunque menos diverso en especies es uno de los de mayor densidad. Se encuentra representado por 3 ordenes, 3 familias, 12 géneros y 12 especies, con un valor máximo de 40,610 células en el mes de octubre (Gráfica 9). Los géneros más abundantes son: *Merismopedium sp*, *Chroococcus sp*, *Microcystis aeruginosa* y *Anabaena sp*, los cuales son típicos de aguas eutróficas (Palmer, 1982).

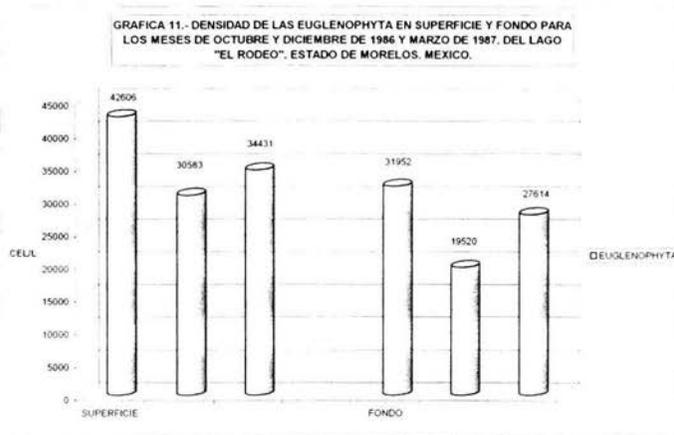


La Gráfica 10 muestra el nivel de superficie como el más abundante con un máximo de 76,152 cél/l; mientras que el en nivel de fondo se cuantifican alrededor de 60,914 cél/l.

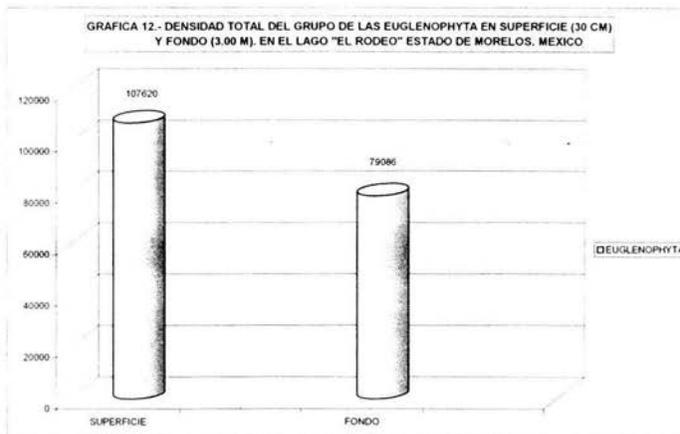


## EUGLENOPHYTAS

La división Euglenophyta es la menos abundante al compararse con sus homologas Chlorophyta y Chrysophyta, además de sustentar la menor representación de géneros y de especies. Sin embargo en cuanto a la abundancia *Euglena acus* es una de las especies más representativas dentro de la comunidad fitoplanctónica. El número de individuos que constituyen a esta división supera a las divisiones Cyanophyta y Pyrrophyta (Gráfica 2). Así, para el mes de octubre se observó una densidad máxima de 42,606 cél/l para superficie y de 31,952 cél/l para fondo. Mientras que para el mes de diciembre se tiene la densidad mínima con 30,583 cél/l para superficie y de 19,520 cél/l para el fondo (Gráfica 11).

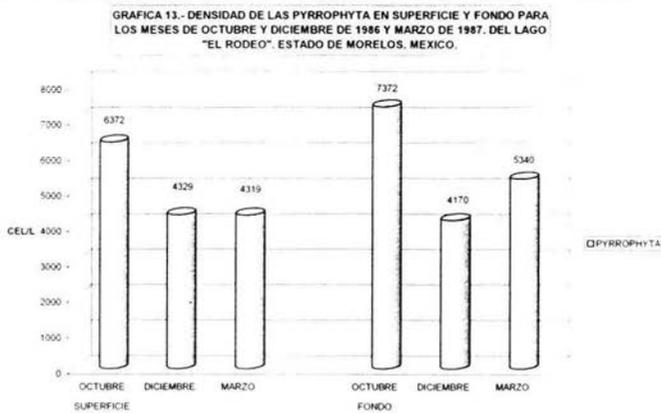


La densidad de las euglenofitas está constituida fundamentalmente por las especies *Euglena acus* y en mucho menor proporción por *Ascoglena sp* y *Trachelomonas sp*. Su desarrollo, al parecer, fue favorecido por las concentraciones de nitrógeno en forma de amonio y de hierro procedentes del sedimento. Los máximos conteos se registraron en el mes de octubre con 107,620 cél/l. Mientras que en fondo, la densidad mínima fue de 79,086 cél/l. *Euglena acus* es una de las especies representativas de los ambientes acuáticos eutróficos (Wetzel, 1981) (Gráfica 12).



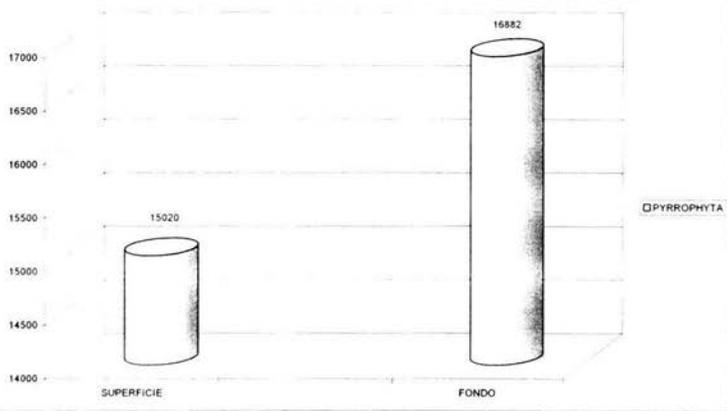
## PYRROPHYTAS

Los géneros de la división Pyrrophytas aparecen escasamente, registrando tan sólo a tres especies: *Piridinium sp*, *Ceratium hirundinella* y *Cyanomastix sp*. Siendo el mes de octubre el de mayor densidad con 6,372 cél/l en el nivel de superficie y 7,372 cél/l en el nivel de fondo. Los valores de densidad mínimos fueron de 4,319 cél/l en superficie en el mes de marzo; mientras que para el fondo fue de 4,170 cél/l, y correspondió al mes de diciembre (Gráfica 13).



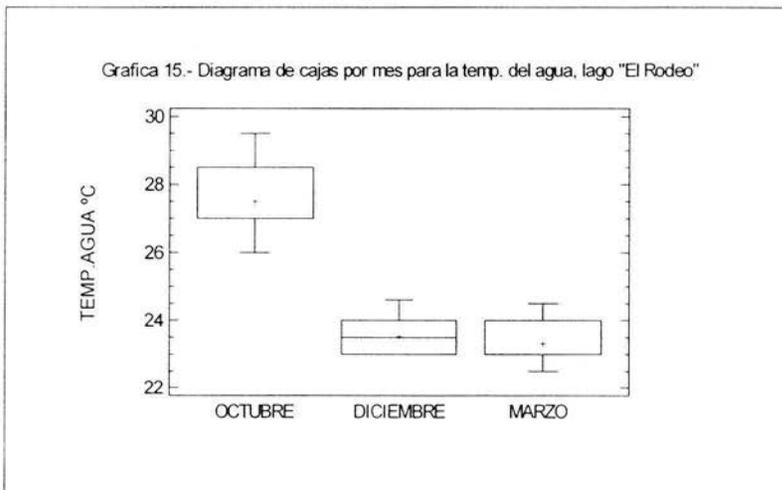
La densidad en el grupo de las pirrofitas estuvo representada en gran parte por la especie *Cystodinium sp*, y en menor proporción por *Ceratium hirundinella*. Registrándose los máximos totales en densidad en el nivel de fondo con 16,882 cél/l, y en superficie con un mínimo de 15,020 cél/l (Gráfica 14).

GRAFICA 14.- DENSIDAD TOTAL DEL GRUPO DE LAS PYRROPHYTA EN SUPERFICIE (30 CM) Y FONDO (3.00 M), EN EL LAGO "EL RODEO" ESTADO DE MORELOS, MEXICO.



## PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

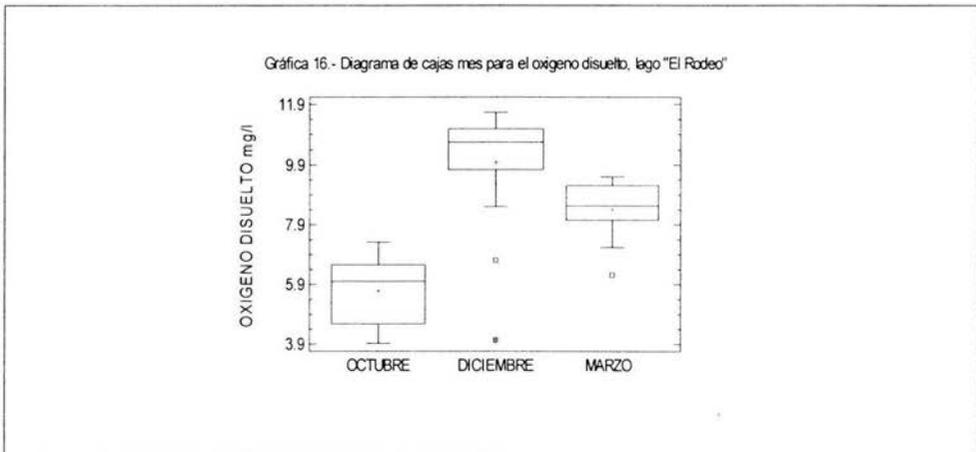
El área de estudio se encuentra dentro de la zona tropical norte, por lo que a lo largo del año la temperatura ambiental oscila entre los 25 y 30 °C (Tabla 8). La temperatura es un factor que influye en la dinámica de los procesos químicos y biológicos del ecosistema acuático, siendo la estratificación térmica una de sus manifestaciones. De tal manera que para el mes de octubre (otoño) se registró en superficie un valor máximo de 29.6 °C; mientras que en marzo (finales de invierno) la temperatura mínima fue de 22.5 °C (Gráfica 15). El análisis de diagrama de cajas para las temperaturas del agua durante el presente estudio, muestra diferencias, lo cual fue corroborado con una prueba de análisis de varianza ( $F=152.96$ ;  $p = 0.00$ ). Asimismo, se tiene que para los valores obtenidos por estaciones ( $F=0.19$ ;  $p=0.9428$ ) y por niveles ( $F=0.06$ ;  $p=0.9990$ ) no exhibieron diferencias estadísticas significativas en la temperatura del embalse.



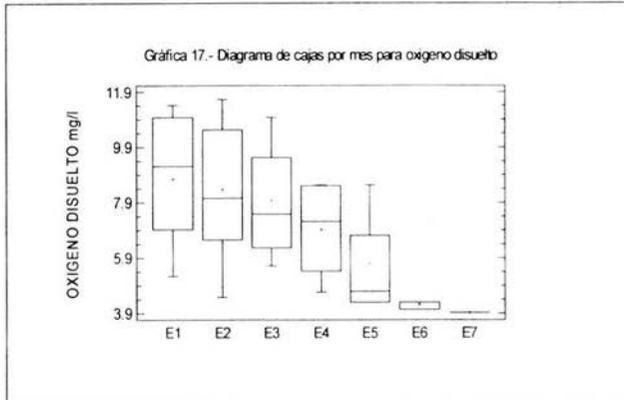
## OXIGENO DISUELTO.

Este gas resulta esencial para los procesos metabólicos de los organismos acuáticos de respiración aeróbica. Los diagramas de caja muestran que el oxígeno disuelto varió a lo largo de las colectas entre los 3.9 y 11.6 mg/l O<sub>2</sub>. (Tabla 8). En el análisis de varianza para el oxígeno disuelto, para los meses muestreados se registraron diferencias (F=48.17; p=0.0000). Diciembre es el mes de mayor concentración de oxígeno disuelto (11.64 mg/l) y los meses de octubre y marzo mostraron concentraciones menores (Gráfica 16).

El análisis de varianza por estaciones de muestreo manifestó que no existe diferencia significativa (F=0.58; p=0.6765) entre las estaciones de muestreo.

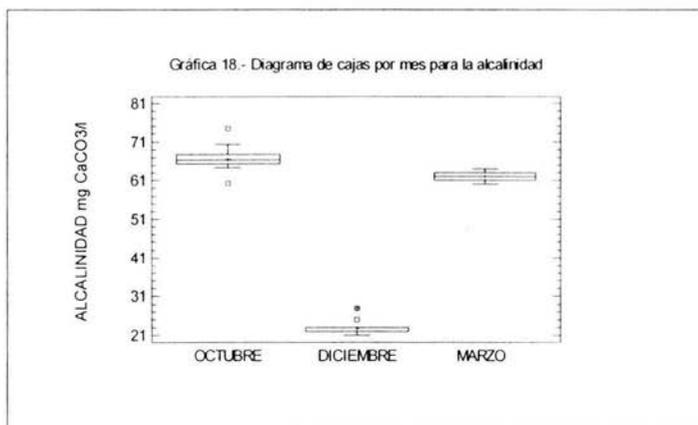


El análisis de oxígeno disuelto por niveles muestra una disminución hasta de 3.94 mg/l O<sub>2</sub> en el fondo del lago, debido a los procesos de respiración de los organismos y la descomposición de la materia orgánica. El análisis de ANADEVIA por niveles exhibe diferencias (F=4018; p=0.0018) en las concentraciones de oxígeno disuelto entre profundidades, lo cual es reportado en el diagrama de cajas (Gráfica 17).



#### ALCALINIDAD TOTAL

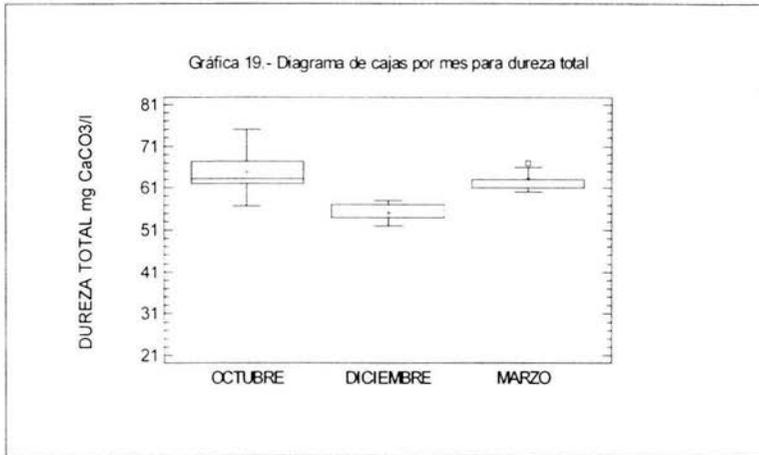
La alcalinidad está referida a la cantidad y al tipo de compuestos (carbonatos y bicarbonatos principalmente, aunque también se debe a los hidróxidos, silicatos, amonio y varios nutrimentos) que en conjunto modifican el pH del sistema acuático. Los bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) representan el 80% del carbono del agua en valores de pH mayor a 7, el 20% restante esta en forma de bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), en un valor de pH mayor de 8.5 estará en forma de iones carbonato (Contreras, 1984). La alcalinidad a la fenolftaleína dada por carbonatos presentó en su mayoría valores de cero, por lo que el presente análisis se centra en los resultados para la alcalinidad total que es la suma de carbonatos y bicarbonatos, donde los segundos predominan. Referente a un periodo de seis meses la alcalinidad fluctúa entre 21.00 y 74.37  $\text{CaCO}_3$  mg/l, con mediana de 52.90  $\text{CaCO}_3$  mg/l. Los valores mínimos corresponden al mes de diciembre y los máximos al mes de octubre. Además en el ANADEV (F=19.07; p=0.0000) se encontraron diferencias por muestreo (Gráfica 18).



La concentración de la alcalinidad total por estaciones y niveles de muestreo no muestran diferencias significativas, por lo que el lago se considera homogéneo.

#### DUREZA TOTAL.

La dureza está regulada por el contenido de sales de calcio y magnesio los cuales se combinan fácilmente con los carbonatos y bicarbonatos y además con los sulfatos, cloruros y otros aniones de ácidos minerales (Chorros, 1983), e indica que las concentraciones de calcio y magnesio tienen importancia para la productividad primaria, así como para la formación del sistema óseo de los peces. La dureza tuvo un máximo de 89.08  $\text{CaCO}_3$  mg/l, en marzo y un mínimo en el mes de diciembre de 52.05  $\text{CaCO}_3$  mg/l, con mediana de 61.70  $\text{CaCO}_3$  mg/l (Tabla 8). Con ayuda del ANADEVIA se detectaron diferencias significativas entre los meses ( $F=19.07$ ;  $p=0.0000$ ), por que las concentraciones de dureza total muestran variaciones a través del tiempo (Gráfica 19).



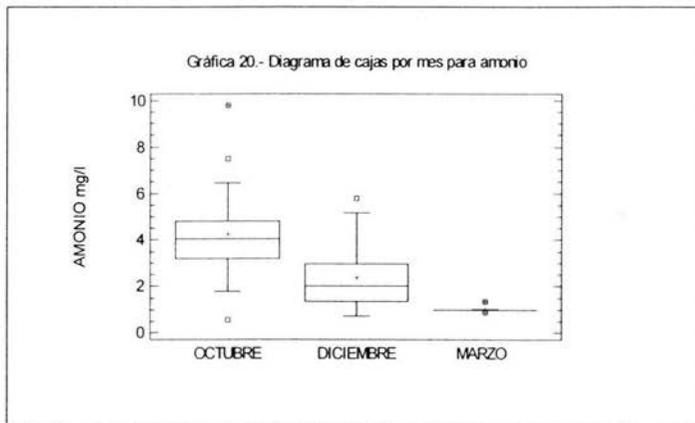
La concentración hacia la dureza total para las estaciones de monitoreo no muestra diferencias significativas ( $F=1.6$ ;  $p=0.1879$ ) y para, los niveles de muestreo presenta la misma situación en la que no hay diferencias significativas ( $F=0.64$ ;  $p=0.6985$ ), por lo que el lago es homogéneo.

## NUTRIMENTOS

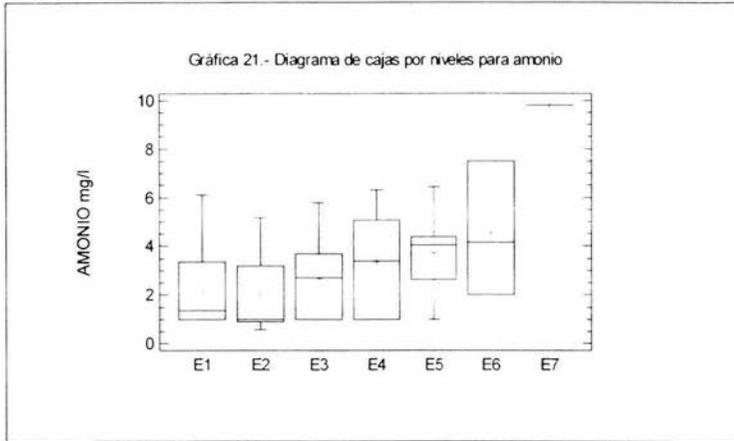
El nitrógeno y el fósforo son indispensables para la producción de sustancias nutritivas, ambos se encuentran disueltos en el agua formando compuestos como el amoniaco, nitritos, nitratos, así como las diferentes formas de fosfatos, de lo cuales sólo se ha sido cuantificada la forma de fósforo reactivo(Cifuentes, 1993).

### AMONIO

En octubre se cuenta con valores máximos de 0.98 mg/l N-NH<sub>3</sub>, y mínimos de 0.0068 mg/l N-NH<sub>3</sub>, la mediana para este parámetro registra un valor de 0.2499 mg/l (Tabla 8). Los valores de amonio son superiores a los generalmente reportados para las lagos de agua dulce (0.1 mg/l N-NH<sub>3</sub>) (Reid y Wood, 1976). En la figura 20 se muestra el diagrama de cajas para el amonio durante el tiempo de estudios, en el que se denotan diferencias significativas (F=24.12; p=0.00)



El análisis de varianza por niveles para el amonio muestra que también existen diferencias significativas (F=4.67; p=0.00) (Gráfica 21).



Por estaciones de muestreo el análisis de varianza no mostró diferencias significativas ( $F=0.96$ ;  $p=0.4373$ ).

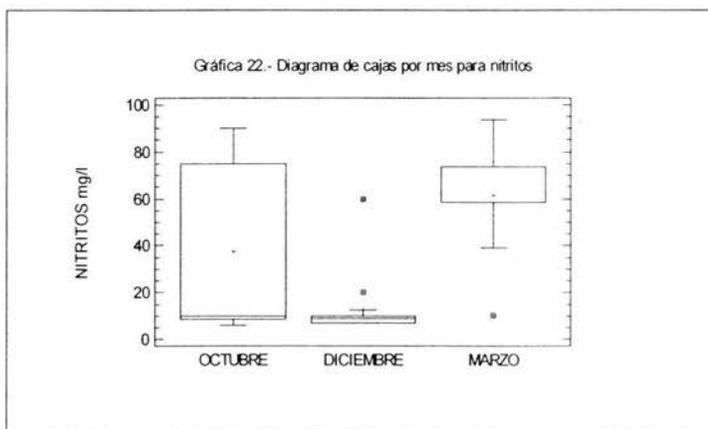
#### NITRATOS

En octubre la concentración máxima de nitrógeno en forma de nitrato fue de 0.198 mg N-NO<sub>3</sub>/l, el valor mínimo corresponde al mes de diciembre fue de 0.003198 mg N-NO<sub>3</sub>/l, y mediana de 0.0542 198 mg N-NO<sub>3</sub>/l. Los valores para los meses de muestreo variaron de 0.003 a 0.198 mg/l N-NO<sub>3</sub> (Tablas 8), los cuales son menores a los reportados para los cuerpos acuáticos dulceacuícolas (Reid y Wood, 1976 y Goldman, 1983). Mediante los diagramas de caja múltiples se puede observar que no se presentaron diferencias, resultados que se corroboran con el análisis de varianza ( $F=0.29$ ;  $p=0.7468$ ), el mismo comportamiento se tiene por estaciones en las cuales no hubo diferencias significativas ( $F=0.45$ ;  $p=0.7685$ ) y para los diferentes niveles muestreados tampoco se manifestaron diferencias significativas ( $F=0.76$ ;  $p=0.6073$ ), por lo que el lago se puede considerar como un sistema homogéneo.

## NITRITOS

En marzo el valor reportado es de 1.79 mg/l N-NO<sub>2</sub>, mientras que los valores mínimos de 0.0006 mg/l N-NO<sub>2</sub>, se registraron en octubre, con una mediana de 0.2191 mg/l N-NO<sub>2</sub> (Tabla 8).

En lo que se refiere al análisis de varianza por muestreo se observó que hay diferencias significativas ( $F=14.42$ ;  $p=0.00$ ), por lo que las concentraciones de los nitritos es heterogénea a través del tiempo (Gráfica 22).

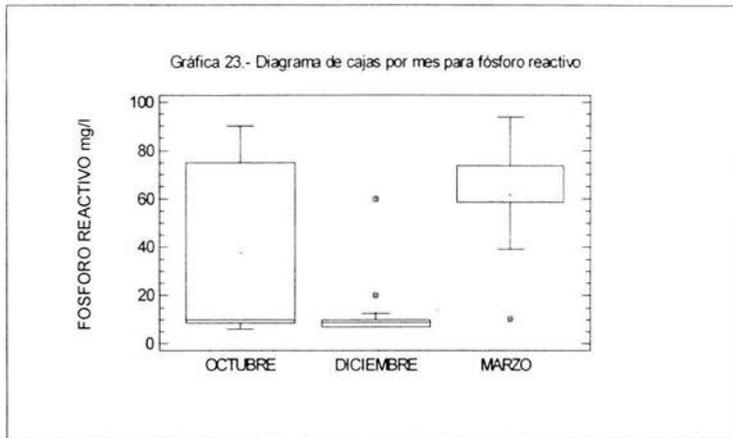


En lo que respecta el análisis de varianza por estaciones si se encontraron diferencias significativas ( $F=2.47$ ;  $p=0.560$ ). De igual forma para los niveles no hay diferencias en el análisis de varianza ( $F=0.87$ ;  $p=0.5240$ ).

## FÓSFORO REACTIVO

Se le cuantificó en el nivel de superficie en concentraciones elevadas en el mes de marzo, coincidiendo con un mínimo de oxígeno y un máximo de alcalinidad total. Dado que la concentración de fósforo depende del intercambio de aguas superficiales con aguas profundas, por lo que se asume que estas concentraciones se deben a la mezcla de la columna de agua que se desarrolla en el lago, cuando predomina el efecto de los vientos.

Las concentraciones mayores se registraron en el mes de marzo, con 2.763 mg/l P-PO<sub>4</sub>; mientras que en el mes de diciembre se registraron los valores mínimos de 0.008 mg/l P-PO<sub>4</sub>; el valor de la mediana es de 0.5139 mg/l P-PO<sub>4</sub> (Tabla 8). Respecto a los ortofosfatos, se registraron diferencias significativas (F=7.11; p=0.0020) (Gráfica 23).



El análisis de varianza por estaciones y niveles, para los ortofosfatos no muestra diferencias significativas (F=0.46; p=0.4373) (F=0.82; p=0.5611) respectivamente.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### COMPOSICIÓN FITOPLANCTONICA

Tanto por el número de especies como por el número de células las Chlorophytas fueron el grupo dominante del fitoplancton en el sistema lagunar, y seguido en orden de importancia por las Chrysophyta. El tercer grupo mejor caracterizado, fue el de las Cyanophyta. Los últimos dos grupos menos dominantes fueron las Euglenophyta y Pirrophyta, y con especies de presencia muy eventual.

Se estimó que las células más abundantes correspondieron a las Chlorophytas tanto para el nivel de superficie (0.30 m) como para el nivel de fondo (3.00 m). El análisis de varianza; no muestra diferencias significativas en las etapas de muestreo, estaciones y por niveles por lo que las Chlorophytas, son homogéneas en el tiempo, vertical y horizontalmente.

Las Chrysophyta fue el segundo grupo mejor representado, hallándose en el análisis de varianza diferencias significativas en los meses muestreados y por estaciones mientras que por niveles las Chrysophyta son homogéneas, verticalmente.

Las Cyanophytas como tercer grupo en abundancia en, el análisis de varianza por meses muestreados tienen diferencias significativas por lo que hay variaciones en el tiempo, mientras que por estaciones y por niveles las Cyanophytas son homogéneas. Para las Euglenophyta, mediante el análisis de varianza esta es homogénea en el tiempo, horizontalmente y verticalmente, al igual que para el grupo de las Pyrrophyta.

### PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

La región donde se localiza al lago "El Rodeo" presenta un clima de cálido subhúmedo con lluvias en verano, por lo que la temperatura ambiental no presenta variaciones importantes, presentando oscilaciones tan solo entre los 23 y 24.6 °C. Así, en el sistema acuático los valores máximos temperatura de 24.6 °C se presentaron en los meses de diciembre y de marzo, mientras que la temperatura mínima se presentó en el nivel de fondo con 22.5 °C en el mes de marzo.

El lago muestra dos etapas físicas de desarrollo anual, una de dilución y otra de concentración. La primera se presenta en los meses de poca o nula lluvia y con ello una fuerte evaporación y demanda de agua por las principales salidas del sistema para alimentar a las tierras de cultivo que le rodean. Causando así el que el sistema alcance diámetros de hasta unos pocos metros y profundidades de menos de cuarenta centímetros de fondo. En la segunda etapa, de dilución, se tiene el desarrollo del cuerpo acuático hasta su máximo volumen, proceso ocasionado tanto por el aporte de las lluvias, como por la entrada de agua proveniente de las sierras que rodean al cuerpo acuático.

#### OXIGENO DISUELTO

Se observa en los resultados por mes de muestreo que el oxígeno disuelto varía entre 3.9 mg O<sub>2</sub> /l y 11.6 mg O<sub>2</sub> /l, y que en el mes de diciembre se registraron los valores más altos. Por lo que las concentraciones de oxígeno son las adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las especies ícticas oriundas del lago.

#### ALCALINIDAD

La alcalinidad a la fenolftaleína dada por carbonatos presentó en su mayoría valores de cero, por lo que el presente análisis se centra en los resultados para la alcalinidad a los bicarbonatos.

Referente a un periodo de seis meses la alcalinidad al bicarbonato fluctúa entre 21.00 mg CaCO<sub>3</sub> mg/l y 74.37 CaCO<sub>3</sub> mg/l, siendo el valor medio de 52.90 CaCO<sub>3</sub> mg/l.

Charkroff (1983), indica que las concentraciones de calcio y magnesio tienen importancia en la productividad del cuerpo acuático. Una alcalinidad de aproximadamente 75 CaCO<sub>3</sub> mg/l se considera apropiada y propicia para enriquecer la productividad de la lago. Una alcalinidad inferior a 5 CaCO<sub>3</sub> mg/l se manifiesta como un ambiente pobre (Aguilera, *op. cit.*).

De acuerdo a lo anterior podemos decir que los datos obtenidos de alcalinidad y dureza durante el estudio indican que el cuerpo acuático posee las condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de la productividad primaria.

#### DUREZA TOTAL

El lago "El Rodeo" se localiza en una gran meseta calcárea con cañadas rodeadas por las serranías de "Los Perros" y "Las Palmas". La formación de la cuenca se debió a la disolución de dolinas en calizas, hechas por las abundantes corrientes subterráneas de la zona, esto originó un hundimiento dando lugar a dicha formación (DETENAL, 1979).

La dureza tuvo un máximo de 89.08  $\text{CaCO}_3$  mg/l en el mes de marzo y un mínimo de 52.05  $\text{CaCO}_3$  mg/l para el mes de diciembre, y el valor medio es de 61.70  $\text{CaCO}_3$  mg/l  $\text{CaCO}_3$ . Los tres muestreos presentaron en superficie las mayores concentraciones de mg  $\text{CaCO}_3$ /l que en el nivel de fondo donde fueron menores las concentraciones.

#### NUTRIMENTOS

##### AMONIO

El nitrógeno es el componente más abundante en los lagos como nitrógeno disuelto elemental ( $\text{N}_2$ , solubilidad aproximada de 15-20 mg/l), sin embargo relativamente pocos organismos lo pueden usar en esta forma. Las diferentes formas moleculares de nitrógeno son transportadas dentro de los lagos a través de la superficie del agua, sedimentos del agua y precipitación. Para ir desde nitrato a nitrito a amonio hay una serie de transformaciones microbianas. Donde las tres formas de nitrógeno son tomadas por el fitoplancton, las tres formas tienen concentraciones mínimas a la profundidad de fotosíntesis máxima (0.00 m-6.00 m). El nitrógeno se encuentra en el medio bajo formas diferentes ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ;  $\text{N}_2$ ), cuya asimilación debe esperarse sea diferencial, en el sentido de que el estado menos oxidado ha de requerir menos energía, y presumiblemente será el preferido para ser utilizados por los organismos autótrofos. (Lampert W. y Sommer U. 1997)

En octubre se cuenta con valores máximos de 0.98 N-NH<sub>4</sub> mg/l, y mínimos de 0.0068 N-NH<sub>4</sub> mg/l. La media para este parámetro registra un valor de 0.2499 N-NH<sub>4</sub> mg/l. Los valores de amonio son inferiores a los generalmente reportados para las lagos de agua dulce 0.1 N-NH<sub>4</sub> mg/l (Reid y Wood 1976).

#### NITRATOS

En octubre la concentración máxima de nitrógeno en forma de nitrato fue de 0.198 mg N-NO<sub>3</sub> /l, mientras que el valor mínimo es de 0.003 mg N-NO<sub>3</sub> /l, correspondiente al mes diciembre, el valor medio es de 0.0542 mg N-NO<sub>3</sub> /l. Los valores para los meses de octubre, diciembre de 1986 y marzo de 1987 varían de 0.003 a 0.198 mg/l N-NO<sub>3</sub>, los cuales son menores a los reportados para las lagos de agua dulce (Reid y Wood 1976; Goldman 1983).

#### NITRITOS

En el mes de marzo se registró la concentración mas alta de 1.79 mg N-NO<sub>2</sub> /l, mientras que los valores mínimos de 0.0006 mg N-NO<sub>2</sub> /l se registraron en octubre, y el valor medio de 0.2191 mg N-NO<sub>2</sub> /l.

#### FÓSFORO REACTIVO

Se le encuentra con valores elevados durante el muestreo de marzo en el nivel superficial coincidiendo con un mínimo de oxígeno y un máximo de alcalinidad total. Dado que la concentración de fósforo depende del intercambio de aguas superficiales con aguas profundas, así como de los aportes alóctonos fundamentalmente sedimentarios, se asume que estas concentraciones se deben a la etapa de concentración por la cual está pasando el cuerpo de agua, presentando un valor máximo de 2.763 mg P-PO<sub>4</sub>/l, y un mínimo de 0.008 mg P-PO<sub>4</sub>/l. el valor medio de 0.5139 mg P-PO<sub>4</sub> /l.

## CONCLUSIONES

\* Se registraron 96 especies incluidas en 78 géneros fitoplanctónicos pertenecientes a 5 divisiones Chlorophytas (54), Chrysophytas (24), Cyanophytas (12), Euglenophytas (3) y Pyrrophytas (4). Las especies más abundantes son *Scenedesmus sp*, *Tetraedrom sp*, *Pediastrum sp*, *Euglena acus*, *Merismopedium sp*, *Cyclotella sp*, y *Navicula sp*.

\* Se registró la densidad máxima fitoplanctónica en el mes de octubre con 642 171 cél/l, época de lluvias. La concentración máxima fue para el nivel de superficie con: 1, 038,622 cél/l y para el nivel de fondo de 870,476 cél/l. siendo el grupo de las Chlorophyta como el más representativo

\* Las siguientes especies fitoplanctónicas son consideradas como indicadoras de ambientes eutróficos: *Aphanizomenon sp*, *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria sp*, *Anabaena sp*, *Fragilaria sp*, *Chlorella sp*, *Scenedesmus sp*, *Pediastrum boryanum*, y *Euglena acus*; *Merismopedium sp*, *Chroococcus sp*, y *Anabaena sp*, por lo que se puede caracterizar a el lago "El Rodeo" como un sistema que tiende a la eutrofización.

\*El sistema lagunar de "El Rodeo", presenta diferencias entre los meses muestreados en relación de los parámetros físicos y químicos a excepción de los nitratos (0.198 mg N-NO<sub>3</sub>/l-0.003198 mg N-NO<sub>3</sub>/l), mientras que el oxígeno y el amonio por niveles presentan diferencias por niveles por lo que el oxígeno (3.94 a 11.64 mg O<sub>2</sub>/l) disminuye con la profundidad y el amonio(0.98 mg N-NH<sub>3</sub>/l-0.0068 mg N-NH<sub>3</sub>/l aumenta. La temperatura media tiene una variación entre los 23 y 24.6 °C; la dureza total osciló entre los 52.05 y 89.08 mg CaCO<sub>3</sub> /l, mientras que la alcalinidad estuvo entre los 21.00 y 74.37 mg CaCO<sub>3</sub> /l; las concentraciones del ion

nitrito estuvieron entre los 0.0006 y 1.7927 mg N-NO<sub>2</sub> /l, y aquella del fósforo reactivo fue de 0.008 a 2.763 mg P-PO<sub>4</sub> /l.

## BIBLIOGRAFIA

- (APHA), AWWA & WPCF. (1986). Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, Washington. 874 pp.
- Aguilera, H. P. A. (1986). La Tilapia y su cultivo. Fondepesca. Secretaria de Pesca. México, DF.
- Alejo P. T. (1989). Estudio de Algunos Aspectos Biológicos de Oreochromis mossambicus (Osteichthyes: Cichlidae) en la lago "El Rodeo", Estado de Morelos. Tesis Profesional. ENEP Zaragoza UNAM. México 130 p.
- Arredondo F. J. L. (1993). Fertilización y fertilizantes: su uso y su manejo en la acuicultura. UAM-Iztapalapa. México D. F. 202 PP.
- Bello C. (1994). Estudio físico - químico de la fosa de Guaymas, parte central del Golfo de California. Tesis profesional. FES Zaragoza - ICM y L - UNAM. 85 PP.
- Boney A.D. 1975. Phytoplankton. Studies in Biology 53 Ed. Camel Press. Ltd. Son Sonthampton pp. 20-35
- Bourrelly P. 1966. Les algues D' eua douce. Initiation a la Systematique I. Les algues vertes. Ed. N Boubéé et Cie. Paris Francia. 572 pp. 112 láms
- Bourrelly P. 1968. Les algues D' eua douce. Initiation a la systematique II. Les algues jaunes et brunes. Chrysophycées. Phéophycées. Xanthophycées et Diatomées. Ed. N. Boubée et Cie. Paris. Francia. 438pp. 114 lams.
- Bourrelly P. 1970. Les algues D' eua douce. Initiation a la systematique III. Les algues bleues et rouges les eugléiens piridinien et cryptomonadines. Ed. N. Boubée et Cie. Paris. Francia. 512 pp. 137 láms.
- Boyd C.E. 1979. Water quality in warmwater fish ponds. Craftmaster Printers Inc. Auburn University. 359 pp.
- Campos H., Steffen W., Agüero G, Parra O, y Zúñiga L. (1989). Estudios Limnológicos en el Lago Puyuhue (Chile): Morfometria, factores físicos y químicos, plancton y productividad primaria. Medio ambiente. 10 (2): 36-53.
- Carpenter J.H. 1966. New measurements of oxygen solubility in pure and natural water. Limnol.Oceanogr. 11(2): 264-277 pp
- Carpenter J.H. 1966. The accuracy of the Winkler method for dissolved oxygen analysis. Limnol. Oceanogr. 10(1): 131s-140 pp.
- Cifuentes L. (1983). El océano y sus recursos. Temas Fitoplánton.
- Cushing, D. H. and Walsh, J. J. The Ecology of the Seas. W. B. Saunders, Co., Philadelphia 1976.
- Departamento de Pesca. Junio de 1977. Dirección de Acuicultura/FIDEFA. Manual de Técnicas Limnobiológicas Simplificadas.
- Desikachary T.V. 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi. 686 pp. 139 láms.

- DETENAL (1979). Síntesis Geográfica de Morelos. Dirección General del Territorio Nacional. México.
- Dobzhansky T.; Ayala Fco.; Ledyards S. G.; Vantine W. J. Evolución. Editorial.Omega, Barcelona España, 1988.
- Edmonson, W. T. (1980). Secchi disk and chlorophyll. Limnol. Oceanogr. 25 (2), 378-379.
- Enviromental Protection Agency. Biological Field and Laboratory Methods for Measuring the Quality of Surface Waters and Effluents. Enviromental Monitoring Series. Cincinnati. 1973.
- García E. (1980). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. Instituto de Geografía. UNAM. México 246 p.
- Goldman J. C. (1979). Outdoor algal mass culture II, photosynthetic yield limitation. Water Research. Vol. 13: 119-136.
- Golterman H.L. (1966). Clymo R.S. Johnstand. M.A. 1978. Method for physical and chemical analysis of fresh waters. IBP handbook No.8. Blackwell 214 p.
- Guzmán S. (1996). Contribución al estudio de la biología del pez ornamental "Guppy" (Heterandria bimaculata) y su relación con algunos parámetros físicos y químicos. Tesis profesional. F. E. S. Zaragoza.
- Hasle, G.R. (1978). The inverted-microscope method. In Phytoplankton manual (ed. Sournia A.), 88-96. U.N.E.S.C.O., Paris.
- Hasle, G.R. (1978). Using the inverted microscope. In Phytoplankton manual (ed. Sournia A.), 191-196. U.N.E.S.C.O., Paris.
- Hendeby N.I. (1964). An introductory account of the smaller algae of british coastal waters; part IV: Bacillariophyceae. Fishery Invest., ser, IV, Londres.
- Humm H.J. 1980. Introduction and Guide to the Marine Blue-green Algae. Ed. Wiley and Sons. Canada. 1194 p.
- Ibarra V. C. 1995 Las Algas. Sorprendente fuente de recursos. Plantarum. Boletín de la Academia de Botánica No. 4. Diciembre de 1995. F.E.S. Zaragoza Campus II.
- Koroleff F. 1970. Revised version of direct determination on ammonia in natural waters as indophenol blue. Int. Con. Explor. Sea. C.M. 1969/C.9.1is
- Lampert W. y Sommer U. (1997). Limnoecology : The Ecology of Lakes and Streams. Oxford University Press. New York. 382 p.
- Llorente Bousquets J. Ciencias Núm. especial, pp. 74-87, 1987.
- López C. (1992). Variación espacial de la abundancia del género Chaetoceros EHRENBERG (Bacillariophyceae), en una zona marina del sureste del Golfo de México (primavera 1989). Tesis profesional. FES Zaragoza – ICM y L – UNAM. 85 PP.
- López Reynoso J. M. (1995). Estudio de algunas relaciones del fitoplancton con su ambiente en dos lagos costeros de Oaxaca, México. Tesis profesional, E. N. E. P. Zaragoza. U. N. A. M.
- López-Ramos E. 1982. Geología de México. Tomo II. Ed. 2a Rescindis. S.A. 3a. México. 488 pp.

- López-Torres G. y Terova-García G.M. 1988. Variación bimensual de Tamiahua Ver. y su Relación con algunos Parámetros Físico-químicos a lo largo de un ciclo anual. Tesis Profesional. E.N.E.P. Zaragoza UNAM. México 65 p.
- Margalef R. 1968. Perspectives in ecological theory 1. Chicago Univ. Press. 111 pp. P. 22. Margalef R. 1978. Diversity. En. A. Sournia Ed. Phytoplankton Manual. UNESCO. 251-260 p.
- Margalef R. 1980. Ecología. Ed. Omega. Barcelona España. 951 pp.
- Margalef R. 1983. Limnología. Ed. Omega. Barcelona España 1010 pp.
- Marshall D. W. 1987. Biología de las algas. Ed. LIMUSA. México pp. 236.
- Morris A.W. y Riley J.P. 1963. The Determination of Nitrate in sea water. Analítica. Chemica. Acta. 129: 272-279
- Murphy. J. y Riley J.P. 1963. A modified sing solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chemical. Acta. 127: 31-60.
- Needham, G. J. y Needham R. P. (1978). Guía para el Estudio de los Seres Vivos de las Aguas Dulces. Editorial Reverté, España.
- Odum E. 1973. Ecología. Ed. Interamericana. 639 p.
- Ortega M. M. 1984. Catalogo de algas continentales recientes de México. UNAM. México D.F. 566 pp. 115 láminas.
- Ortega M. M. 1995. Ficología de México. AGT Editor. México. 307 pp.
- Palmer C. M. (1982). Algae in water supplies. Dept. of healtheducation & Welfare. Public Health Service. U. S. A. 577 pp.
- Patten, B.C. (1962). Species diversity in net phytoplankton of Raritan Bay. J. Marine Res., 20, 57-75.
- Prescott G. W. 1962. Algae of the western Great Lakes Area. W. M. C. Brown Co. Iowa. 977 pp. 136 Láminas
- Prescott G. W. 1968. The algae: A Review. Ed. Houghton Mifflin Company. Boston 436 pp.
- Prescott G. W. 1975. Algae of the Western Great Lakes Area. Ed. W.M.C. Brown company Publishers. Dubuque Iowa. 977 pp. 136 láminas.
- Prescott G. W. 1977. How to know the freshwater algae. W. M. C. Brow Co. Iowa. 293 pp.
- Ramírez A. (1999). Oceanografía química: Calidad del agua en el Golfo de Tehuantepec en el mes de julio de 1992. Tesis profesional. FES Zaragoza – ICM y L – UNAM. 75 PP.
- Reynolds C. S., (1984). The Ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press. U. S. A. 384 PP
- Riley J.P. y Skirrow G. 1989. Introducción a la Química Marina. Edición en español AGT Editor S.A. México D. F.
- Rodríguez C. N. (1999). Estudio del plancton en la presa Villa Victoria, Edo. De México. Tesis Profesional F. E. S, Zaragoza U. N. A. M.
- Rossell V. A. (1981). Técnicas de muestreo y análisis del planctón y perifiton.

- Round F.E. 1972. The Biology of the algae 1. Ed. Edwar Arnold. London. 278 pp.
- S. A. R. H. (1971). Subsecretaría de Planeación. Dirección de Estudios; Dirección de Hidrología.
- S. A. R. H. (1976). Carta General de Morelos. M366. Escala 1:250,000.
- Salgado-Ugarte, I. H. (1992). El análisis exploratorio de datos biológicos. E. N. E. P. Zaragoza, U. N. A. M., México. 243 p.
- Sámano B. A. (1933). Algunas cianofíceas del lago de -. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Aut. México. 4: 29-31.
- Sámano B. A. (1934). Contribución al conocimiento de las algas verdes de los lagos del Valle de México. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Aut. México. 5:
- Santoyo H. y Signoret M. (1975). Variación nictemeral del fitoplancton en la Bahía de Campeche, México. Rev. Lat. Amer. Microbiología. 117: 161-167.
- Santoyo H. y Signoret M. (1977). Diversidad del fitoplancton en un Ciclo Nictemeral. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México. 4:233-242.35
- Schwoorbel J. 1975. Método de Hidrobiología. Ed. Blume. pp. 73-80.
- Shinn M.B. 1941. Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed.) 13-33. (Citado en Strickland y Parson 1965).
- Síntesis GeoGráfica de Morelos. 1981. Secretaría de Programación y Presupuesto. México D. F.
- Spiegel R Murray. 1991. Estadística. Editorial Mc Graw-Hill. México D. F.
- Strickland J.D.H. y Parson T.R. 1972. A manual of sea water analysis. Fish. Res. Board. Can. 1125. (202 pp).
- Torres O. R, y García C. (1995). Introducción al manejo de datos limnológicos. U. A. M.- Iztapalapa, México d. F. 130 pp.
- UNESCO. 1978. Phytoplankton Manual. Page Brothers LTD. United Kingdom 337 pp.
- Weberling F., Schwants H.O, 1987, Botánica Sistemática. Introducción a la Botánica Sistemática. Edit. Omega, España. 370 pp.
- Werner D. 1977. The Biology of Diatoms. Botanical Monographs. Vol. 13, University California. Press. Berkeley and Los Angeles. Chapter v.
- Wetzel L. R. 1981. Limnología. Ed. Omega. 678 pp. Univ. Press. 111 pp.

## APENDICE I

### TABLAS

Tabla 1. Listado genérico del lago "El Rodeo", para los meses de octubre y diciembre de 1986, y marzo de 1987. Según descripciones referidas en las obras de Bourrelly (1966, 1968 y 1970), Edmonson (1976), Hendey (1964), Wood (1968), Ortega (1984), Prescott (1977) y Round, (1972).

|            |    |   |
|------------|----|---|
| DIVISIÓN   |    | CLOROPHYTA  |
| SUB-PHYLUM |    | CHLOROPHYCEAE   |
| ORDEN      |    | VOLVOCALES  |
| FAMILIA    |    | CHLAMYDOMONADACEAE  |
| ESPECIE    | 1  | <i>Chlamydomonas polypyrenoideum</i>                              |
| ORDEN      |    | CHLOROCOCCALES  |
| FAMILIA    |    | <i>Chlorococcaceae (Chlorosphaerales: Chlorosphaeraceae)</i>      |
| ESPECIE    | 2  | <i>Chlorococcum sp</i>  |
|            | 3  | <i>Tetraedron regulare var. granulata</i> PRESCOTT                |
|            | 4  | <i>Tetraedron regulare var. Incusteiling</i>                      |
|            | 5  | <i>Tetraedron cuadatum (CORDA) HANSGIR (Despues SMITH)</i>        |
|            | 6  | <i>Tetraedron asymmetricum</i> PRESCOTT                           |
|            | 7  | <i>Tetraedron pentaedricum</i> WEST y WEST                        |
|            | 8  | <i>Tetraedron trigonium var. gracile (RANSCH)</i>                 |
| FAMILIA    |    | OOCYSTACEAE   |
| ESPECIE    | 9  | <i>Ankistrodesmus convolutus</i> CORDA                            |
|            | 10 | <i>Chlorella sp</i>   |
|            | 11 | <i>Closteriopsis longissima</i> LEMM                              |
|            | 12 | <i>Kirschneriella sp</i>  |
|            | 13 | <i>Oocystis sp</i>  |
|            | 14 | <i>Selenastrum sp</i>   |
| FAMILIA    |    | DICTYOSPHAERIACEAE  |
| ESPECIE    | 15 | <i>Dictyosphaerium pulchellum var. pulchellum (WOOD), KOMAREK</i> |
| FAMILIA    |    | Scenesdesmaceae   |
| ESPECIE    | 16 | <i>Coelastrum chodatii</i> DUCEL                                  |

|         |    |  |
|---------|----|--|
|         | 17 | <i>Coelastrum cambricum</i> ARRCH                              |
|         | 18 | <i>Crucigenia tetrapedia</i>                                   |
|         | 19 | <i>Crucigenia quadrata</i> MARREN                              |
|         | 20 | <i>Scenedesmus</i> sp1   |
|         | 21 | <i>Scenedesmus</i> sp2   |
|         | 22 | <i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>maximus</i> WEST y WEST |
|         | 23 | <i>Scenedesmus</i> sp4   |
|         | 24 | <i>Scenedesmus</i> sp5   |
|         | 25 | <i>Scenedesmus</i> sp6   |
|         | 26 | <i>Scenedesmus</i> sp7   |
|         | 27 | <i>Tetrastrum</i> sp   |
| FAMILIA |    | HYDRODICTYACEAE  |
| ESPECIE | 28 | <i>Euastropsis</i> sp  |
|         | 29 | <i>Hydrodictyon reticulatum</i> LAGERHEIM                      |
|         | 30 | <i>Pediastrum boryanum</i> (TURP) MENEGHINI                    |
|         | 31 | <i>Pediastrum duplex</i> MEYEN                                 |
|         | 32 | <i>Pediastrum simplex</i> (MEYEN). LEMMERMANN                  |
|         | 33 | <i>Pediastrum tetras</i> (EHREB) RALF                          |
|         | 34 | <i>Euastropsis richteri</i> (SCHMDLE). LAGERHEINI              |
| ORDEN   |    | ULOTRICHALES   |
| FAMILIA |    | MICROSPORACEAE   |
| ESPECIE | 35 | <i>Microsporas</i> sp  |
| FAMILIA |    | ULOTRICHACEAE  |
| ESPECIE | 36 | <i>Ulothrix</i> sp   |
| ORDEN   |    | CHAETOPHORALES   |
| FAMILIA |    | CHLOROSARCINACEAE  |
| ESPECIE | 37 | <i>Protococcus</i> sp  |
| ORDEN   |    | OEDOGONIALES   |
| FAMILIA |    | OEDOGONIACEAE  |
| ESPECIE | 38 | <i>Oedogonium</i> sp   |
| ORDEN   |    | ZYGNEMATALES   |
| FAMILIA |    | ZYGNEMATAACEAE   |
| ESPECIE | 39 | <i>Mougeotia</i> sp  |

|            |    |   |
|------------|----|---|
|            | 40 | <i>Spirogyra</i> sp                                     |
|            | 41 | <i>Zygnema</i> sp                                       |
| FAMILIA    |    | DESMIDIACEAE  |
| ESPECIE    | 42 | <i>Closterium setaceum</i> EHREMBERG                    |
|            | 43 | <i>Closterium leibleinii</i> KUTZING                    |
|            | 44 | <i>Cosmarium</i> sp                                     |
|            | 45 | <i>Euastrum</i> sp                                      |
|            | 46 | <i>Gomatozygon</i> sp                                   |
|            | 47 | <i>Micrasterias furcata</i>                             |
|            | 48 | <i>Netrium</i> sp                                       |
|            | 49 | <i>Penium</i> sp  |
|            | 50 | <i>Spinoclosterium curvatum</i> BERNARD                 |
|            | 51 | <i>Spondylosium</i> sp                                  |
|            | 52 | <i>Staurastrum leptocladium</i> NORDSTEDT               |
|            | 53 | <i>Staurastrum chaetoceras</i> (SCHROEDER). G. M. SMITH |
| ORDEN      |    | CLADOPHORALES   |
| FAMILIA    |    | CLADOPHORACEAE  |
| ESPECIE    | 54 | <i>Cladophora</i> sp                                    |
|            |    |   |
| DIVISION   |    | CHRYSTOPHYTA  |
| SUB-PHYLUM |    | XANTHOPHYCEAE (HETEROKONTAE)                            |
| ORDEN      |    | MISCHOCOCCALES  |
| FAMILIA    |    | PLEUROCHLORIDACEAE                                      |
| ESPECIE    | 55 | <i>Chlorogibba</i> sp                                   |
|            | 56 | <i>Goniochloris</i> sp                                  |
|            | 57 | <i>Tetraedriella</i> sp. ( <i>Tetragoniella</i> sp)     |
| FAMILIA    |    | SCIADACEAE  |
| ESPECIE    | 58 | <i>Ophiocytium</i> sp                                   |
| SUB-PHYLUM |    | BACILLARIOPHYCEAE (DIATOMACEAE)                         |
| ORDEN      |    | CENTRALES   |
| FAMILIA    |    | COSCINODISCACEAE  |
| ESPECIE    | 59 | <i>Melosira</i> sp                                      |

|          |    |                               |
|----------|----|-------------------------------|
|          | 60 | <i>Cyclotella</i> sp          |
|          | 61 | <i>Stephanodiscus</i> sp      |
| ORDEN    |    | PENNALES                      |
| FAMILIA  |    | FRAGILARIACEAE                |
| ESPECIES | 62 | <i>Diatoma</i> sp             |
|          | 63 | <i>Fragilaria</i> sp          |
|          | 64 | <i>Synedra</i> sp             |
|          | 65 | <i>Tabellaria</i> sp          |
|          | 66 | <i>Opephora</i> sp            |
| FAMILIA  |    | EUNOTIACEAE                   |
| ESPECIES | 67 | <i>Eunotia</i> sp             |
| FAMILIA  |    | ACHNANTHACEAE                 |
| ESPECIE  | 68 | <i>Achnanthes</i> sp          |
|          | 69 | <i>Cocconeis</i> sp           |
| FAMILIS  |    | NAVICULACEAE                  |
| ESPECIE  | 70 | <i>Frustulia</i> sp           |
|          | 71 | <i>Navicula</i> sp            |
|          | 72 | <i>Pinnularia</i> sp          |
|          | 73 | <i>Stauroneis</i> sp          |
| FAMILIA  |    | GOMPHONEMACEAE                |
| ESPECIE  | 74 | <i>Gomphonema</i> sp          |
| FAMILIA  |    | CYBELLACEAE                   |
| ESPECIE  | 75 | <i>Amphora</i> sp             |
|          | 76 | <i>Cybellia</i> sp            |
| FAMILIA  |    | SURIRELLACEAE                 |
| ESPECIE  | 77 | <i>Cymatopleura elliptica</i> |
|          | 78 | <i>Sunrella</i> sp            |
|          |    |                               |
| DIVISION |    | CYANOPHYTA                    |
| ORDEN    |    | CHROOCOCCALES                 |
| FAMILIA  |    | CHROOCOCCACEAE                |
| ESPECIE  | 79 | <i>Aphanocapsa</i> sp         |
|          | 80 | <i>Chroococcus</i> sp         |

|          |    |  |
|----------|----|--|
|          | 81 | <i>Coelosphaenum sp</i>                  |
|          | 82 | <i>Dactylococcopsis sp</i>               |
|          | 83 | <i>Merismopedium sp</i>                  |
|          | 84 | <i>Microcystis sp</i>                    |
|          | 85 | <i>Synechocystis sp</i>                  |
| ORDEN    |    | OSCILLATORIALES                          |
| FAMILIA  |    | OSCILLATORIACEAE                         |
| ESPECIE  | 86 | <i>Arthrospira sp</i>                    |
|          | 87 | <i>Oscillatoria sp</i>                   |
|          | 88 | <i>Phormidium sp</i>                     |
|          | 89 | <i>Spirulina sp</i>                      |
| ORDEN    |    | NOSTOCALES                               |
| FAMILIA  |    | NOSTOCACEAE                              |
| ESPECIE  | 90 | <i>Anabaena sp</i>                       |
|          |    |  |
| DIVISION |    | EUGLENOPHYTA                             |
| ORDEN    |    | EUGLENALES                               |
| FAMILIA  |    | EUGLENACEAE                              |
| ESPECIE  | 91 | <i>Ascoglena sp</i>                      |
|          | 92 | <i>Euglena acus</i>                      |
|          | 93 | <i>Trachelomonas sp</i>                  |
|          |    |  |
| DIVISION |    | PYRROPHYTA                               |
| CLASE    |    | DINOPHYCEAE                              |
| ORDEN    |    | DINOKONTAE                               |
| FAMILIA  |    | PIRIDINIACEAE                            |
| ESPECIE  | 94 | <i>Pindinium sp</i>                      |
| FAMILIA  |    | CERATIACEAE                              |
| ESPECIE  | 95 | <i>Ceratium sp</i>                       |
| ORDEN    |    | DINOCOCCALES                             |
| FAMILIA  |    | DINOCOCCACEAE                            |
| ESPECIE  | 96 | <i>Cystodinium sp</i>                    |
|          | 97 | <i>Cyanomastix sp chlamydomonadaceae</i> |

Tabla 2. Variación de la composición por clases fitoplánticas para el mes de octubre en el Lago "El Rodeo".

| CLASE         | SUPERFICIE       |               | FONDO        |               |
|---------------|------------------|---------------|--------------|---------------|
|               | Núm. de especies | % de especies | Núm. De spp. | % de especies |
| CLHOROPHYTAS  | 22               | 53            | 27           | 54            |
| CHRYSOPHYTAS  | 9                | 22            | 12           | 24            |
| CYANOPHYTAS   | 6                | 15            | 7            | 14            |
| EUGLENOPHYTAS | 2                | 5             | 2            | 4             |
| PYRRIPHYTAS   | 2                | 5             | 2            | 4             |
| Total         | 41               |               | 50           |               |

Tabla 3. Variación de la composición por clases fitoplánticas para el mes de diciembre en el lago "El Rodeo".

| CLASE         | SUPERFICIE       |               | FONDO        |               |
|---------------|------------------|---------------|--------------|---------------|
|               | Núm. de especies | % de especies | Núm. de spp. | % de especies |
| CLHOROPHYTAS  | 22               | 51            | 23           | 51            |
| CHRYSOPHYTAS  | 13               | 30            | 14           | 32            |
| CYANOPHYTAS   | 4                | 9             | 3            | 7             |
| EUGLENOPHYTAS | 2                | 5             | 2            | 3             |
| PYRRIPHYTAS   | 2                | 5             | 2            | 3             |
| Total         | 43               |               | 44           |               |

Tabla 4. Variación de la composición por clases fitoplánticas para el mes de marzo en el lago "El Rodeo".

| CLASE         | SUPERFICIE       |               | FONDO        |               |
|---------------|------------------|---------------|--------------|---------------|
|               | Núm. de especies | % de especies | Núm. de spp. | % de especies |
| CLHOROPHYTAS  | 18               | 44            | 20           | 46            |
| CHRYSOPHYTAS  | 13               | 33            | 13           | 30            |
| CYANOPHYTAS   | 5                | 13            | 6            | 14            |
| EUGLENOPHYTAS | 2                | 5             | 2            | 5             |
| PYRRIPHYTAS   | 2                | 5             | 2            | 5             |
| Total         | 40               |               | 43           |               |

Tabla 5. Densidad fitoplantónica por grupos del mes de octubre de el lago "El Rodeo".

| Estaciones de muestreo en superficie | Chlorophytas (Cél/l) | Chrysophytas (Cél/l) | Cyanophytas (Cél/l) | Euglenopytas (Cél/l) | Pyrrphytas (Cél/l) |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| 1                                    | 100539               | 16622                | 15946               | 11622                | 4077               |
| 2                                    | 31082                | 10280                | 10811               | 11081                | 0                  |
| 3                                    | 33899                | 10087                | 4220                | 8165                 | 826                |
| 4                                    | 31835                | 9725                 | 6330                | 7610                 | 826                |
| 5                                    | 33211                | 7890                 | 3303                | 4128                 | 642                |
|                                      | 230566               | 54604                | 40610               | 42606                | 6371               |
| Estaciones de muestreo fondo         | Chlorophytas (Cél/l) | Chrysophytas (Cél/l) | Cyanophytas (Cél/l) | Euglenopytas (Cél/l) | Pyrrphytas (Cél/l) |
| 1                                    | 35135                | 12568                | 7162                | 8649                 | 1500               |
| 2                                    | 32921                | 10000                | 4862                | 9083                 | 1927               |
| 3                                    | 35413                | 11927                | 3390                | 7798                 | 2294               |
| 4                                    | 29849                | 16330                | 459                 | 5229                 | 734                |
| 5                                    | 16422                | 8257                 | 3394                | 1193                 | 917                |

Tabla 6.- Densidad fitoplanctónica por grupos del mes de diciembre de el lago "El Rodeo".

| Estaciones de muestreo superficie | Chlorophytas | Chrysophytas | Cyanophytas | Euglenopytas | Pyrrophytas |
|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 1                                 | 30455        | 24318        | 1705        | 15           | 1477        |
| 2                                 | 21789        | 26850        | 3384        | 3384         | 1097        |
| 3                                 | 28295        | 34432        | 1477        | 4773         | 795         |
| 4                                 | 22614        | 17841        | 2386        | 8103         | 1097        |
| 5                                 | 27500        | 14659        | 2955        | 4886         | 1104        |
|                                   | 130653       | 118100       | 11907       | 21161        | 5570        |
| Estaciones de muestreo fondo      | Chlorophytas | Chrysophytas | Cyanophytas | Euglenopytas | Pyrrophytas |
| 1                                 | 17727        | 11705        | 1477        | 2614         | 455         |
| 2                                 | 30641        | 25455        | 1648        | 8103         | 1097        |
| 3                                 | 18523        | 31591        | 1477        | 4318         | 227         |
| 4                                 | 32045        | 24432        | 3864        | 29981        | 1097        |
| 5                                 | 23636        | 24318        | 2386        | 2841         | 424         |

Tabla 7. Densidad fitoplanctónica por grupos del mes de marzo de el lago "El Rodeo".

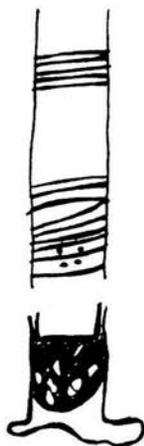
| Estaciones de muestreo superficie | Chlorophytas | Chrysophytas | Cyanophytas | Euglenopytas | Pyrrophytas |
|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 1                                 | 26477        | 25795        | 2727        | 6250         | 682         |
| 2                                 | 44773        | 44432        | 5341        | 5909         | 682         |
| 3                                 | 25000        | 26250        | 2045        | 7727         | 568         |
| 4                                 | 36477        | 24545        | 6477        | 8295         | 1705        |
| 5                                 | 33295        | 23977        | 7045        | 6250         | 682         |
|                                   | 166022       | 144999       | 23635       | 34431        | 4319        |
| Estaciones de muestreo fondo      | Chlorophytas | Chrysophytas | Cyanophytas | Euglenopytas | Pyrrophytas |
| 1                                 | 18295        | 25909        | 6818        | 3977         | 1477        |
| 2                                 | 26364        | 27159        | 7727        | 4886         | 568         |
| 3                                 | 24318        | 26591        | 4545        | 7955         | 1136        |
| 4                                 | 33523        | 27841        | 3409        | 4205         | 1591        |
| 5                                 | 27273        | 23409        | 5909        | 6591         | 568         |

Tabla 8. Parámetros estadísticos del lago "El Rodeo Estado de Morelos, octubre diciembre de 1986 y marzo de 1987

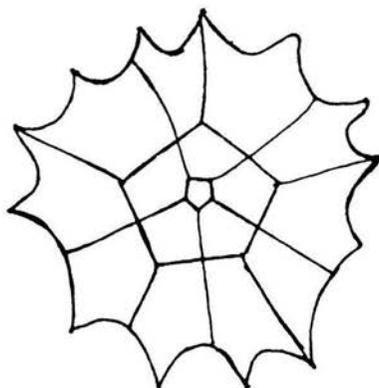
| PARAMETRO             | OCTUBRE |       |         | DICIEMBRE |       |         | MARZO  |       |         |
|-----------------------|---------|-------|---------|-----------|-------|---------|--------|-------|---------|
|                       | MAX     | MIN   | MEDIANA | MAX       | MIN   | MEDIANA | MAX    | MIN   | MEDIANA |
| TEMP.H <sub>2</sub> O | 24.50   | 23.00 | 27.00   | 24.60     | 23.00 | 23.50   | 24.50  | 22.50 | 23.00   |
| OXIGENO               | 7.32    | 3.94  | 6.56    | 11.64     | 4.03  | 10.97   | 9.52   | 6.22  | 8.52    |
| DUREZA AL CALCIO      | 35.31   | 22.49 | 32.13   | 34.03     | 27.02 | 30.03   | 47.04  | 35.03 | 43.04   |
| DUREZA TOTAL          | 74.97   | 56.76 | 63.19   | 58.05     | 52.05 | 54.05   | 89.08  | 60.06 | 61.06   |
| ALCALINIDAD           | 74.37   | 60.30 | 66.33   | 28.00     | 21.00 | 22.00   | 64.00  | 61.00 | 61.00   |
| FOSFORO REACTIVO      | 0.36    | 0.05  | 11.00   | 0.25      | 0.01  | 18.05   | 2.76   | 0.63  | 25.03   |
| AMONIO                | 0.98    | 0.06  | 4.04    | 0.52      | 0.02  | 2.00    | 0.042  | 0.006 | 1.00    |
| NITRITOS              | 0.95    | 0.00  | 10.00   | 0.01      | 0.00  | 9.00    | 1.79   | 0.393 | 58.55   |
| NITRATOS              | 0.20    | 0.01  | 5.30    | 0.15      | 0.00  | 1.80    | 0.1573 | 0.157 | 3.80    |

APENDICE 2

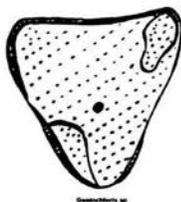
ESQUEMAS



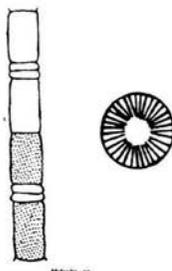
*Oedogonium sp*



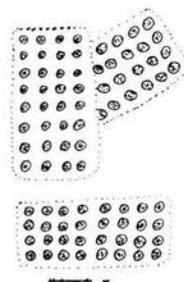
*Pediatrurn boryanum*



*Goniochloris sp*



*Melosira sp*



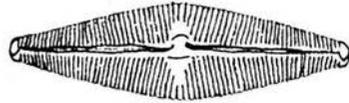
*Merismopedium sp*



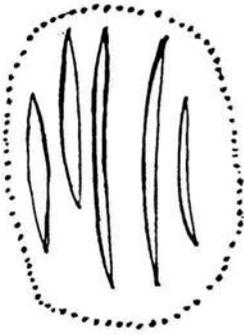
*Microcystis sp*



*Microcystis aeruginosa*  
(Mittsch. Kuetner)



*Navicula sp*



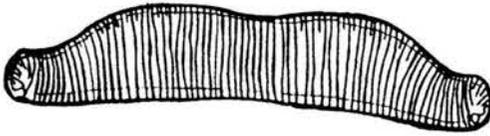
*Dactylococcopsis sp*



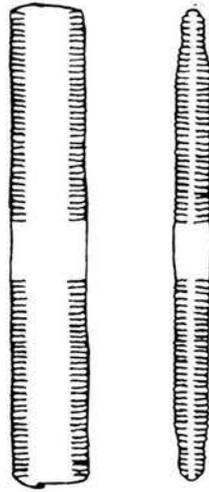
*Diatoma sp*



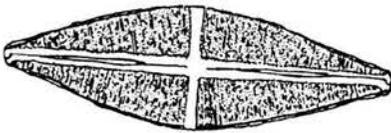
*Euglena acus*



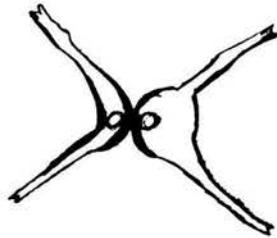
*Eunotia sp*



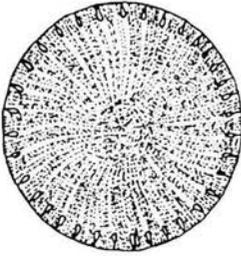
*Fragilaria sp*



*Stauroneis sp*



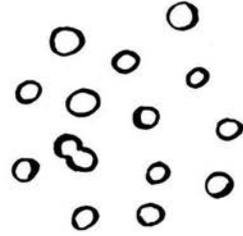
*Staurastrum chaetoceras*  
(Schroeder) G.M. Smith



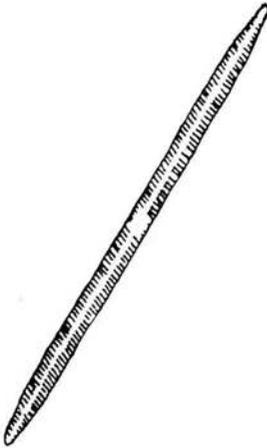
*Stephanodiscus sp*



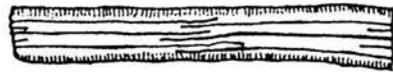
*Surirella spp.*



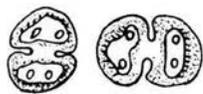
*Synechocystis spp.*



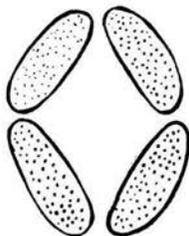
*Synedra spp.*



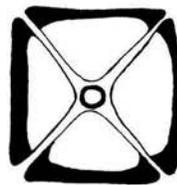
*Tabellaria spp.*



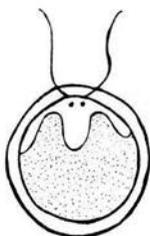
*Cosmarium* spp



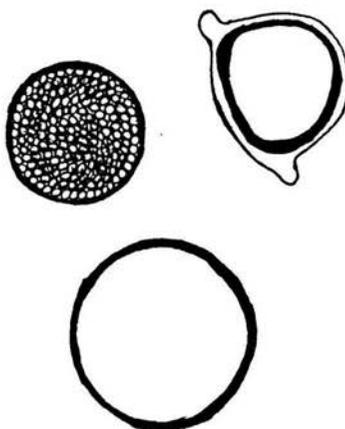
*Crucigenia cambricum*



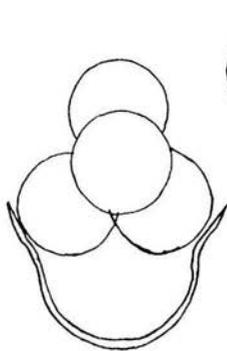
*Crucigenia tetrapedia*



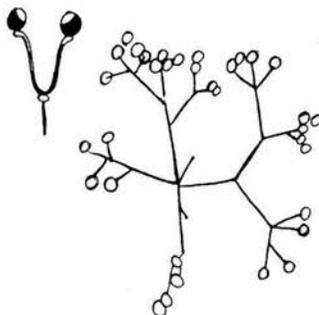
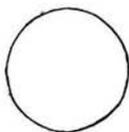
*Chlamydomonas polypyrenoideum*



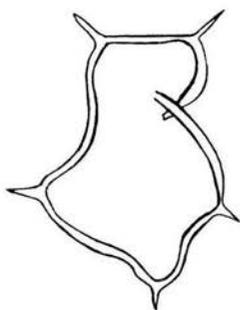
*Chlorococcum* spp.



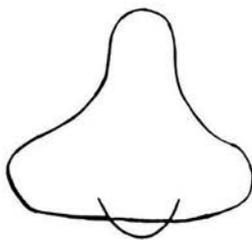
*Chlorella* spp.



*Dyctyosphaerium pulchellum*



*Tetradron pentaedricum*



*Tetradrom regulare*



*Tetradron trigonium*



*Ulothrix* spp.



*Zignema* spp.



*Ankistrodesmus* spp.



*Closteriopsis longissima*



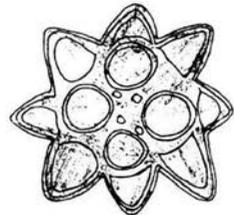
*Closterium leibleinii* Kutzing



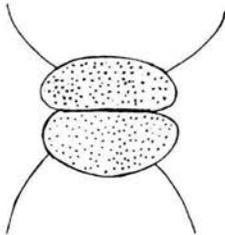
*Closterium setaceum* Ehreberg



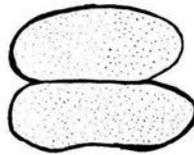
*Coelastrum cambricum*



*Coelastrum sphaericum*



*Scenedesmus* sp5



*Scenedesmus* sp6



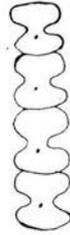
*Selenastrum gracile*



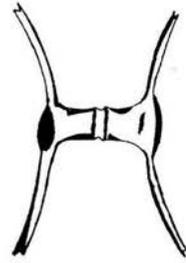
*Spinoclosterium curvatum* Bernard



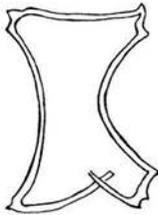
*Spirogira* spp.



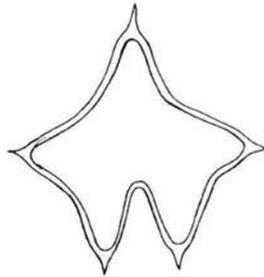
*Spondylosium* sp



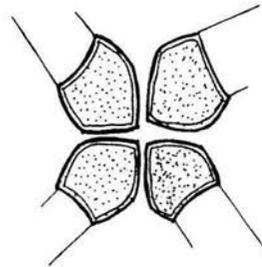
*Staurastrum leptocladium* Nordstedt



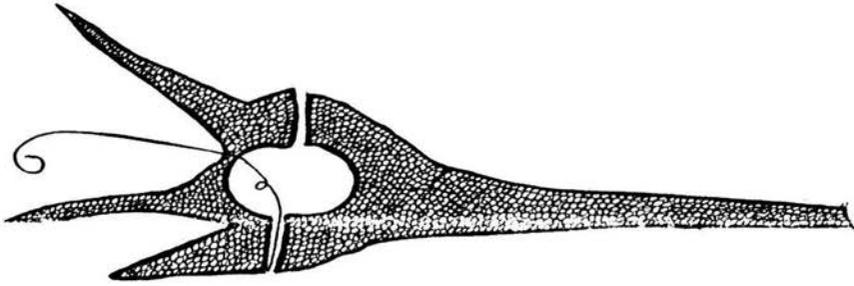
*Tetraedrom asymmetricum*



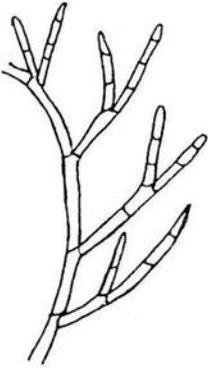
*Tetraedrom caudatum*



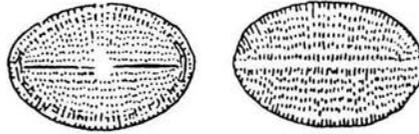
*Tetrastrum* spp.



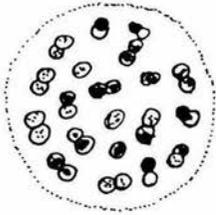
*Ceratium spp.*



*Cladophora spp.*



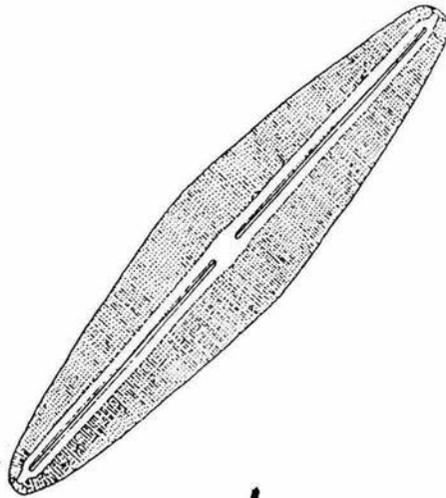
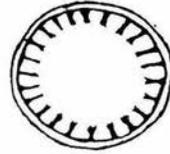
*Cocconeis spp.*



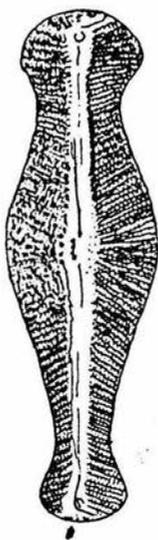
*Coelospherium sphaericum*



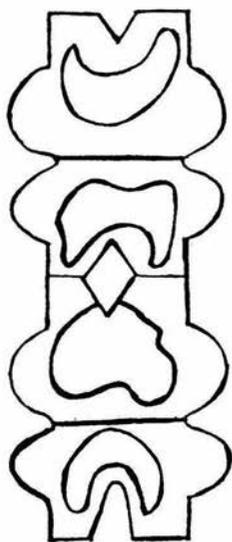
*Cyclotella sp*



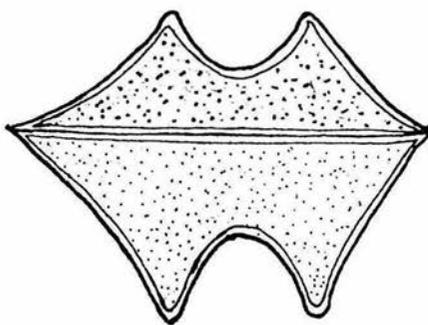
*Frustulia spp.*



*Gomphonema sp*



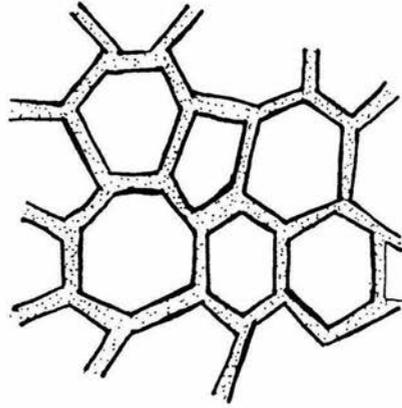
*Euastrum spp.*



*Euastropsis spp.*



*Gomatozygon spp.*



*Hidrodictyon reticulatum*