

00344



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**DISTRIBUCION ESPACIO TIEMPO DEL FITOPLANCTON
DEL LAGO ZEMPOALA, MORELOS, MEXICO, DURANTE UN
CICLO ANUAL.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

M A E S T R O E N C I E N C I A S

(BIOLOGIA DE SISTEMAS Y RECURSOS ACUATICOS)

P R E S E N T A :

BIOL. JUDITH GARCIA RODRIGUEZ

DIRECTOR DE TESIS: DRA. ROSA LUZ TAVERA SIERRA
DR. JOSE GUADALUPE GRANADOS RAMIREZ

MEXICO, D. F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

AGRADECIMIENTOS

Al Honorable Jurado:

Dra. Rosa Luz Tavera Sierra
Dr. José Guadalupe Granados Ramírez
M. en C. Alejandro Ruíz López
Dra. Gloria Vilaclara Fatjó
Dra. Margarita Caballero Miranda

Por la revisión, comentarios y sugerencias del presente trabajo.

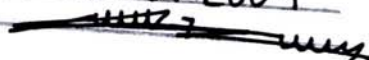
Agradezco infinitamente a la Dra. Rosa Luz Tavera Sierra su tiempo y dedicación para la culminación de este trabajo, mil gracias Doctora.

A mis compañeros del Laboratorio de Hidrobiología Biol. Roberto Trejo Albarrán., M. en C. Isela Molina Astudillo y Dr. Héctor Quiroz Castelán por su apoyo en el trabajo de campo y laboratorio.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: JUDITH GARCÍA RODRIGUEZ

FECHA: 14/ENERO/2009

FIRMA: 

DEDICATORIAS

A los dos seres que les debo lo que soy, mis queridos padres, quienes son mi fortaleza, mi ejemplo, mi apoyo, de quienes admiro entre muchas cosas sus ganas de vivir , los amo.

A mis queridos hermanos que son una guía en mi camino, por ser como son y por todo el cariño que nos tenemos, los adoro.

A mi amado esposo quien me impulsa día a día a alcanzar mis metas, gracias amor por ser parte de mi vida.

A mis sobrinos quienes han compartido conmigo los momentos maravillosos que nos regala la vida, los quiero.

A mi cuñado y cuñada por todos los momentos que me han regalado.

A todos mis amigos, por contar siempre con Ustedes.

A mis compañeros y amigos de los Laboratorios de Hidrobiología y Acuicultura por su amistad y apoyo en todo momento.

A ti que siempre estas a mi lado con cariño y gratitud.

CONTENIDO

	INDICE	PAGINA
I.	RESUMEN	1
II.	INTRODUCCIÓN	2
III.	OBJETIVOS	3
IV.	AREA DE ESTUDIO	5
V.	METODOLOGÍA	8
VI.	RESULTADOS	11
VII.	DISCUSIÓN	18
VIII.	CONCLUSIONES	27
IX.	BIBLIOGRAFÍA	28

I. RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad contribuir al conocimiento de la dinámica ficológica del lago Zempoala. El estudio se realizó de abril de 1996 a julio de 1997, en tres zonas de colecta y a 4 profundidades (superficie, 1.0, 2.5 y 5.0 m). A pesar de la ubicación latitudinal del lago, el fitoplancton es considerado más común de zonas templadas, como ocurre en otros lagos monomícticos cálidos de zonas tropicales, esto se relaciona con las características climáticas, pues son lagos de regiones elevadas (altitudes mayores a 2,500 m). La flora reúne un total de 26 especies las cuales están incluidas en 5 divisiones, estando dominada principalmente por diatomeas, entre ellas destaca la especie *Asterionella formosa* por sus altas densidades. Se considera que Zempoala es monomíctico cálido, con un periodo de estratificación en el verano, estando mezclado el resto del año. Las variaciones en cuanto a distribución espacial y temporal del fitoplancton están relacionadas con las fluctuaciones fisicoquímicas que presenta el lago.

I. INTRODUCCIÓN

El plancton se encuentra suspendido en aguas dulces o marinas y se mueve pasivamente por el viento y la corriente. Dentro del plancton el fitoplancton es el primer eslabón de la red trófica en el ambiente acuático y globalmente tiene un aporte importante a la productividad primaria (Chiu, *et al.*, 1994). Las especies de los diferentes grupos de fitoplancton contribuyen a los valores de fitomasa, clorofila *a* y producción primaria dependiendo de su abundancia en el ambiente (Boney, 1976; Colebrook, 1984).

Las comunidades de fitoplancton en los cuerpos de agua están compuestas de diferentes especies y éstas tienen variaciones dependiendo de la época del año, debido a que estos organismos están sujetos a fluctuaciones ambientales y movimientos turbulentos. En ambientes acuáticos existen factores físicos (luz, temperatura y movimiento del agua), químicos (pH, salinidad y nutrientes esenciales) y biológicos (rango de crecimiento y presión de depredación) que controlan la dinámica poblacional del fitoplancton y determinan la composición y la estacionalidad de las especies, así como la biomasa, y pueden afectar la eficiencia de asimilación y el porcentaje de utilización de nutrientes (Izmet'eva *et al.*, 1994; Margalef, 1983). La abundancia y distribución que presentan los organismos del fitoplancton en los sistemas epicontinentales definen un comportamiento básico en el conocimiento y dinámica del material productivo a lo largo de periodos continuos de estudio.

La mayor parte de las investigaciones limnológicas están enfocadas a las regiones septentrionales templadas y, en general, hay pocos estudios para las zonas tropicales. Actualmente se está empezando a entender el funcionamiento de los lagos tropicales y cálidos, tomando en cuenta que existe una gran diversidad de sistemas acuáticos que presentan diferencias en cuanto a condiciones climáticas, altitudinales y de origen (Tavera, 1996).

En México se cuenta con sistemas acuáticos epicontinentales (Alcocer, *et al.*, 1998 y Mestre, 2000) y son pocos los estudios limnológicos que incluyen un conocimiento completo de los componentes bióticos y abióticos de ellos; la mayoría han estado dirigidos a ciertas comunidades bióticas, o bien a monitoreos espaciados de las condiciones físicas y químicas, descuidando los componentes

principales de los lagos. Los estudios que se han llevado a cabo de manera continua son escasos y están enfocados hacia un aprovechamiento hidrobiológico. Dentro de los trabajos que se han desarrollado en México en los últimos diez años están los de Lind *et al.*, 1992; Dávalos-Lind & Lind, 1993; Vilaclara *et al.*, 1993, Alcocer y Escobar, 1996; Tavera & Komárek, 1996; Tavera, 1996; García-Rodríguez y Tavera, 1998; y García-Rodríguez y Tavera, 2002. Existen muchas causas que generan este desinterés, siendo las principales la falta de recursos e infraestructura y debe considerarse que se tiene que promover la conservación de los ecosistemas (Tavera, 1996), ya que es de suma importancia para un mejor manejo, aprovechamiento y conservación de estos recursos, debido a que los cuerpos de agua constituyen el elemento principal para el desarrollo de la vida. El uso adecuado y los estudios de ambientes dulceacuícolas en varios lugares del mundo ha propiciado el desarrollo de una industria acuícola y un mejor aprovechamiento en ecoturismo debido a una adecuada investigación y conservación.

Dentro del Estado de Morelos los recursos acuáticos constituyen un elemento importante, pero no hay un manejo integral, debido principalmente a la escasa información de sus características biológicas, físicas y químicas. Es fundamental conocer las condiciones actuales de estos sistemas, ya que su deterioro es cada vez mayor. En el caso particular del lago Zempoala, los estudios sobre su caracterización limnológica y del conocimiento de su biota son muy escasos, a pesar de que es Parque Nacional desde 1947 (Bonilla, 1992). Dentro de las investigaciones que se han llevado a cabo en el lago Zempoala se encuentran las de Hernández, 1991; Viana, 1991; Bonilla, 1992; Bonilla-Barbosa y Novelo, 1995; García-Rodríguez y Tavera, 1998; Díaz, 2000, Elizalde, 2000 y García-Rodríguez y Tavera, 2002. Es importante seguir obteniendo información para su conocimiento y para lograr estrategias eficientes de manejo y conservación de este recurso acuático epicontinental.

El presente trabajo forma parte del proyecto "Limnología de los lagos del Parque Nacional Lagunas de Zempoala", de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el fitoplancton del lago Zempoala y sus variaciones espacio-temporales durante un ciclo anual entre 1996 y 1997.

OBJETIVOS PARTICULARES

* Evaluar algunos cambios físicos (temperatura y luz) y químicos (oxígeno disuelto y pH) del lago durante un ciclo anual para establecer el tipo de régimen térmico.

* Evaluar la densidad de las poblaciones, la concentración de clorofila *a* y estimar la biomasa (peso fresco) por especie como parámetros de evaluación del cambio del fitoplancton de este lago.

* Evaluar qué tipo de variaciones (distribución vertical, presencia-ausencia de especies, etc.) presenta el fitoplancton en un ciclo anual.

* Identificar las especies del fitoplancton presentes en el lago Zempoala y hacer una caracterización preliminar de su distribución geográfica, con base en información bibliográfica.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Lagunas de Zempoala está situado a 65 km al sur de la ciudad de México y a 38 km al noroeste de la ciudad de Cuernavaca en el Estado de Morelos (Bonilla, 1992) (Fig. 1). Las coordenadas geográficas del Parque son $19^{\circ}01'30''$ a $19^{\circ}03'00''$ N y $99^{\circ}18'42''$ a $99^{\circ}21'00''$ W (SPP, 1987).

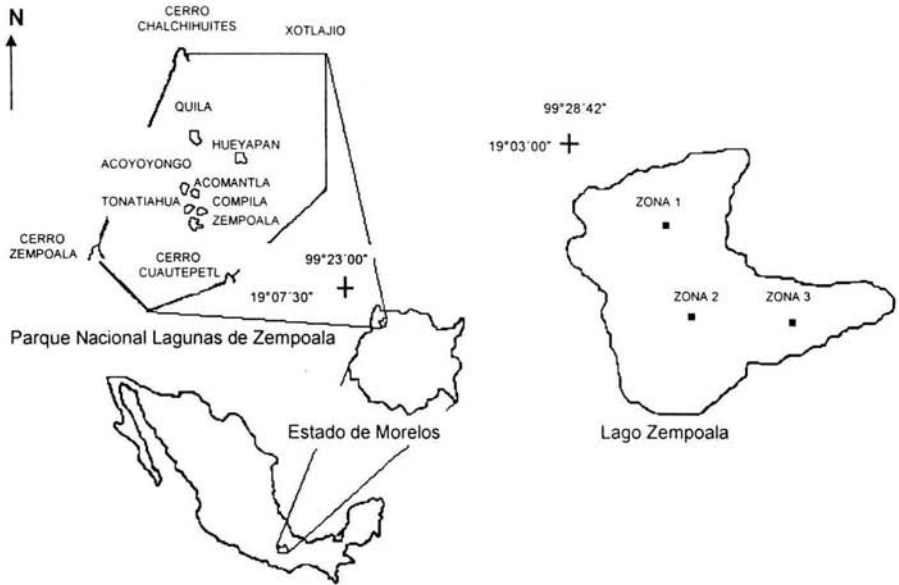


Fig. 1. Localización del Lago Zempoala y zonas de recolecta.

La topografía del Parque es muy accidentada (Sosa, 1935), ya que está bordeada y cruzada por pequeñas serranías de altitud superior a los 3,000 m s.n.m. Se forman pequeñas depresiones o cuencas endorreicas profundas, donde se encuentran los Lagos, en los alrededores de Huitzilac al noreste de Cuernavaca, a altitudes comprendidas entre los 2,400 y 2,800 m s.n.m.

CLIMA

El clima que predomina es el tipo más húmedo de los templados-subhúmedos con lluvias en verano C(w2)(w)big, con un porcentaje de lluvia invernal bajo, isotermal, con marcha de temperatura tipo Ganges, es decir, que el

mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano. La temperatura media anual oscila entre 12 y 18°C y la del mes más frío entre -3 y 18°C; presenta una precipitación media anual de 1200-1500 mm, con la estación más lluviosa entre junio y septiembre (García, 1990). La dirección de los vientos es de Norte a Sur, con una velocidad superior a 4 m s⁻¹ durante el año, disminuyendo en verano a menos de 2 m s⁻¹ (Pérez-Villegas, 1990).

VEGETACIÓN

Los tipos de vegetación primaria presentes en este Parque son el encinar, pinar y bosque de oyameles, propios de la Provincia de las Serranías Meridionales (Miranda y Hernández, 1963).

HIDROLOGÍA

El Parque Nacional Lagunas de Zempoala se encuentra ubicado en la Región Hidrológica número 18 (SPP, 1979) y cuenta con siete lagos que son: Zempoala, Compila, Tonatiahua, Acomantla, Acoyotongo, Quila y Hueyapan (Fig. 1).

LAGO ZEMPOALA

Se localiza en las coordenadas 19°03'00" N y 99°18'42" W. Su altitud es de 2,800 m s.n.m. Se encuentra situado al pie del cerro Zempoala y es el mayor de todos los lagos de la zona. Está en una cuenca endorreica formada muy probablemente por represamiento, con drenaje de tipo torrencial que sólo lleva agua en la temporada de lluvias. Se alimenta permanentemente con el pequeño arroyo Las Trancas, originado en un manantial, que desciende por el suroeste del cerro Las Trancas y El Campanario (SPP, 1979a).

El lago tiene una superficie que va de 105,640 m² en el estiaje a 123,400 m² en la época de lluvias, con 402 a 508 m de longitud máxima en dirección NNE-SSW, con anchura máxima de 404 m y promedio de 208 m. El lago Zempoala es permanente (SPP, 1979b). Aunque no existen datos sobre la batimetría, es probable que el fondo tenga un perfil irregular dado el origen del lago; así que

podríamos considerar un volumen aproximado de 528,066 m³, pues registramos una profundidad máxima de 7 metros (Fig. 1) (García-Rodríguez y Tavera, 1998).

Se encuentra rodeado de suelos del tipo andosol húmico en su mayor parte. En la parte suroeste lo rodea una mezcla de suelos de tipo litosol, andosol húmico y regosol éutrico, los cuales se derivan de material volcánico reciente, caracterizados por la elevada capacidad de retener el agua, los nutrimentos, fijar fósforo, erosionarse y no presentar escasez de potasio debido a la presencia de minerales con alto contenido de este elemento (Castañeda, 1977; SPP, 1979c).

V. MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, en el lago Zempoala, de abril de 1996 a julio de 1997.

Se establecieron tres estaciones en el lago (correspondientes a la zona pelágica) (Fig. 1), realizándose colectas mensuales entre las 11:00 y 12:00 hrs., en cuatro profundidades; superficie, 1.0, 2.5 y 5.0 m; para ello se utilizó una botella Van Dorn con una capacidad de 3 l.

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Las variables registradas *in situ* fueron: temperatura (termómetro digital marca HANNA), transparencia (disco de Secchi) y pH (potenciómetro pHep, HANNA).

El oxígeno disuelto, se determinó basándose en los Standard Methods (APHA *et al.*, 1992).

Los datos empleados para este trabajo de la concentración de nutrimentos (amonio, nitratos y ortofosfatos), fueron proporcionados por el Laboratorio de Hidrobiología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) correspondiendo sólo a algunos meses del año de 1996 (tabla 2).

CLOROFILA *a*

La concentración de clorofila *a* se estimó con el método descrito por Vollenweider (1974): se tomaron alícuotas de 200 ml de las muestras colectadas con la botella Van Dorn, las cuales se filtraron a través de filtros de fibra de vidrio GF/F con una abertura de poro de $\pm 0.7 \mu\text{m}$; una vez terminada la filtración, los filtros se colocaron en acetona al 90% y se mantuvieron en frío y a la oscuridad por 24 hrs.; posteriormente se centrifugaron durante 15 minutos a 4500 rpm, tomándose las lecturas correspondientes en el espectrofotómetro, llevándose a cabo la corrección para las feofitinas. Los resultados se expresan en microgramos por litro de clorofila *a*.

FITOPLANCTON

Para estimar la densidad del fitoplancton, de la muestra obtenida con la botella Van Dorn se tomó una alícuota de 250 ml, preservándose con acetato de lugol. Posteriormente, la enumeración de organismos se realizó en el Laboratorio de Hidrobiología de la UAEM, con un microscopio invertido Wild M-40, de acuerdo a lo propuesto por Uthermöhl (1958), utilizando cámaras de sedimentación de 10 ml. Se excluyeron aquellas especies cuya aparición fue escasa. La abundancia de cada especie se presenta como organismos por litro.

Para la determinación de las especies se utilizaron muestreos de red (10 μm de abertura de malla) que fueron preservados con formol al 2%; posteriormente, se realizaron preparaciones semipermanentes y permanentes, las primeras se montaron con gelatina glicerizada (González-González y Novelo, 1986), las segundas se hicieron sólo para el montaje de diatomeas, utilizándose la técnica de limpieza de digestión ácida (ácido nítrico y dicromato de potasio según Johansen, *et al.*, 1983) y montaje con Naphrax, observándose al microscopio compuesto en el Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

El cálculo del biovolumen se hizo de acuerdo con Javornicky (1978); para obtener la biomasa como peso fresco se convirtió el biovolumen de μm^3 a mg l^{-1} . El método se basa en el cálculo del volumen de cualquier forma celular relacionándolo con la figura geométrica más próxima. Para cada figura Javornicky (op. cit.) aportó un coeficiente que compensa algunas variaciones morfológicas puesto que las formas celulares (aun las esféricas) no son cuerpos geométricos precisos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se realizaron análisis estadísticos con los datos registrados de la fisicoquímica y densidad de especies del fitoplancton para estimar una significancia en los valores obtenidos de los 3 sitios muestreados en las diferentes profundidades. Para esta evaluación, se utilizó el índice de similitud de Jaccard, mediante el programa ANACOM, versión 3.0. Con el mismo propósito se aplicó un análisis de varianza de una vía de Tukey, utilizando el programa Stat Graphics, versión 3.0; a través del mismo programa se obtuvo el coeficiente de variación.

Los resultados de concentración de clorofila a, biomasa y densidad se contrastaron mediante el análisis estadístico de correlación no paramétrica de Spearman a través del programa Statistica/w versión 5.0 para Windows.

La representación gráfica se realizó con el programa SURFER, versión 3.0 y EXCEL, versión 5.0.

VI. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los análisis estadísticos de los parámetros fisicoquímicos y densidades de especies del fitoplancton indicaron que no existían diferencias significativas ($P < 0.05$) en los registros de columna, entre las estaciones muestreadas, por lo que los resultados presentados a continuación sólo se refieren a la estación 2, la cual se ubica en el centro del lago.

Se considera que el fitoplancton del lago Zempoala tiene una distribución principalmente templada (Tabla 1); no obstante, la localización geográfica del lago señala que es un lago tropical (García-Rodríguez y Tavera, 1998), con temperaturas atemperadas por la altitud.

Tabla 1. Caracterización ecológica y geográfica de las especies del fitoplancton del lago Zempoala.

ESPECIE	CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA		REGISTROS MUNDIALES PARA LA ESPECIE		CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA
	AMBIENTE	F. DE V.	TEMPLADA	TROPICAL	
<i>Gregiochloris lacustris</i> ⁴¹	Le	Planctónica	+		Cosmopolita ?
<i>Monoraphidium griffithii</i> ⁴¹	Lo + Le	Planctónica ?	+		Templada
<i>Oocystis marsonii</i> ⁴¹	Le	Planctónica	+	+	Cosmopolita
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i> ^{41, 54}	Le	Planctónica	+	+	Cosmopolita
<i>Pandorina smithii</i> ⁵⁷	Le	Planctónica	+	+	Cosmopolita
<i>Arthrodesmus convergens</i> ^{54, 59}	Le	Planctónica	+		Templada
<i>Staurastrum sebalzii</i> var. <i>Ornatum</i> f. <i>planctónica</i> ^{54, 59}	-	-	+		Templada
<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>subtumidum</i> ^{54, 58}	Le	Planct., perifítica	+	+	Cosmopolita
<i>Trachelomonas stokesiana</i> ³⁵	Le	Planctónica	+		Templada
<i>Trachelomonas hispida</i> ³⁵	Lo + Le	Planct., perifítica	+		Cosmopolita ?
<i>Ceratium hirundinella</i> ^{54, 57}	Le	Planctónica	+		Cosmopolita ?
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i> ^{54, 73}	Le	Planct., epifita	+		Cosmopolita ?
<i>Tribonema bombycinum</i> ^{54, 58}	Lo + Le	Planctónica	+	+	Cosmopolita
<i>Microcystis protocystis</i> ^{19, 54}	Le	Planctónica	+	+	Cosmopolita
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i> ^{54, 55}	Le	Planct., béntica	+	+	Cosmopolita, rara en trópicos
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i> ^{17, 54, 55}	Le	Planctónica	+	+	Cosmopolita
<i>Synedra ulna</i> ^{1, 17, 42, 70}	Lo + Le	Desde edáfica a planctónica	+	+	Cosmopolita
<i>Gomphonema acuminatum</i> ^{17, 54, 55}	Le	Planct. béntica, epifita, perifítica	+	+	Cosmopolita, más abundante en templadas
<i>Gomphonema affine</i> ^{17, 54, 55}	Le	Litoral, edáfica	+	+	Cosmopolita
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>Capitata</i> ^{17, 55}	Le	Planctónica	+		Templada
<i>Nitzschia frustulum</i> ^{17, 44, 55}	Lo + Le	-	+	+	Cosmopolita

Continuación tabla 1.

	AMBIENTE	F. DE V.	TEMPLADA	TROPICAL	
<i>Epithemia turgida</i> ^{17, 44, 56}	Lo + Le	Litoral, epífita o perífita	+	+	Cosmopolita
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i> ^{43, 45}	Lo + Le	Planct., bécnica, epífita, perífita	+	+	Cosmopolita

Le = Ambiente léntico: Lago, presa, charco o estanque.

Lo = Ambiente lótico: Río, arroyo, canal o manantial.

Nota: los números indican la referencia bibliográfica

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

En la Fig. 2 se presentan los resultados obtenidos de los monitoreos mensuales en la columna de agua de temperatura de los 16 meses de muestreo. Las isopletas de temperatura muestran que el lago es claramente monomictico cálido, con un periodo de estratificación en el verano (junio, julio y agosto). La columna se encuentra mezclada el resto del año.

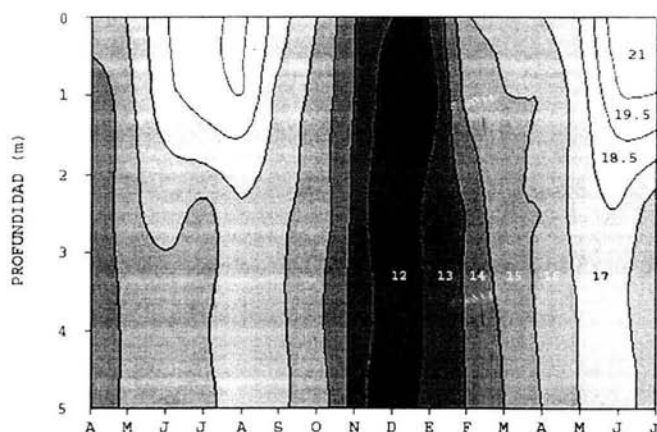


Fig. 2. Gráfica con isopletas de temperatura en la columna de agua del Lago Zempoala.

Los registros de oxígeno disuelto referidos en la Fig. 3 muestran que a lo largo del estudio este parámetro presentó una estratificación acentuada, cuyas concentraciones más altas se obtuvieron generalmente de la superficie hasta 1.0 m de profundidad y fueron disminuyendo hacia el fondo; las concentraciones más altas de oxígeno se presentaron en verano. Es de considerarse que el valor más bajo de oxígeno disuelto durante el verano fue de 1.0 mg l⁻¹ a 5 m de profundidad,

mientras que la superficie mostró 9.6 mg l⁻¹, para esta época se tuvo una sobresaturación de oxígeno en superficie: 121% en julio y 110% en agosto de 1996 y 124% en julio de 1997.

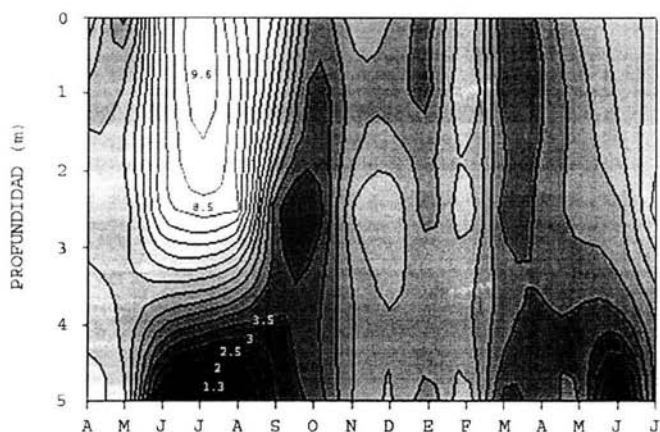


Fig. 3. Concentraciones de oxígeno disuelto en la columna de agua.

El pH en la columna de agua mostró una ligera estratificación durante el verano, los registros obtenidos para este periodo variaron de 7.5 a 8.6 en superficie y de 7.0 a 7.6 en fondo, mientras que para primavera e invierno, los valores no presentan fluctuaciones en la columna (Fig. 4).

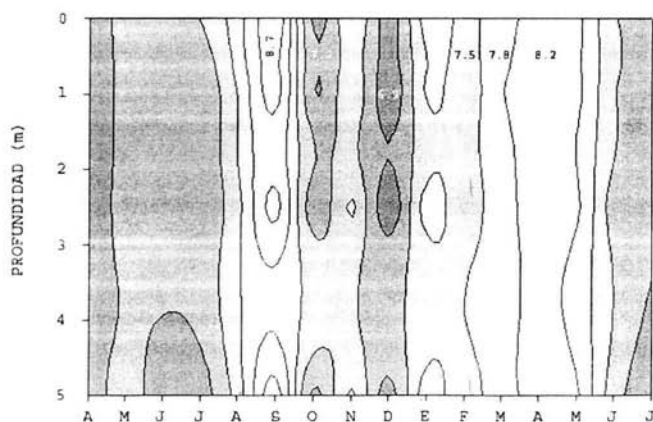


Fig. 4. Concentraciones de pH en la columna de agua.

La transparencia fluctuó a través del tiempo, estando muy relacionada con la densidad del fitoplancton, pues las fluctuaciones a lo largo del estudio corresponden con las modificaciones anuales en las concentraciones de clorofila. Los valores más altos para transparencia (de 1.9 a 4.4 m) fueron observados cuando el lago estuvo mezclado, mientras que en verano (estratificación) los registros obtenidos fueron menores (de 1.4 a 1.7 m) (Fig. 5).

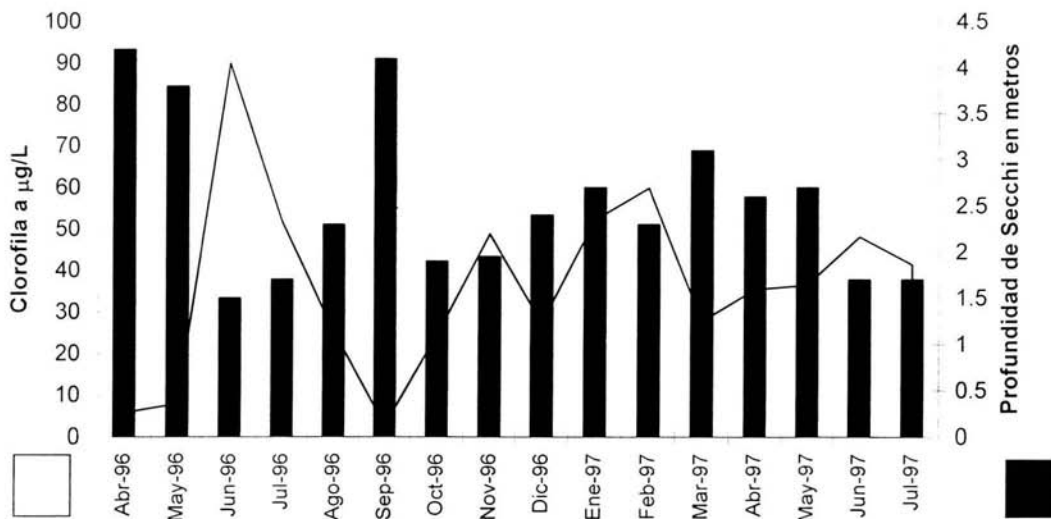


Fig. 5. Concentraciones de clorofila a y transparencia durante el estudio.

NUTRIMENTOS

Tabla 2. Valores de nutrientes registrados durante el año 1996 en el Lago.

NUTRIMENTO	Abril	Mayo	Junio	Julio	Sept.	Octubre	Nov.
N-NH ₄ ⁺ (µg l ⁻¹)	580	580	-	-	-	20	-
N-NO ₃ ⁻ (µg l ⁻¹)	-	600	-	100	-	-	-
P-PO ₄ ³⁻ (µg l ⁻¹)	-	-	60	-	650	-	230

Cabe señalar que los resultados presentados dan un aspecto muy general de las concentraciones de nutrientes del lago Zempoala ya que sólo fueron

proporcionados datos de algunos meses del estudio, aun así se utilizaron para obtener una representación del comportamiento de estos en el lago.

CLOROFILA *a*

Las fluctuaciones en las concentraciones de clorofila *a* de toda la columna de agua y a lo largo del estudio están representadas en la Fig. 5, el registro de la concentración más alta se presentó en el verano del 96, manteniendo poca fluctuación el resto del año, siendo evidente un decremento en las concentraciones de clorofila *a* a finales de verano y principios de otoño (agosto y septiembre).

Los valores más altos registrados para la biomasa algal se concentraron en superficie durante el verano, el resto del estudio las concentraciones fluctuaron de superficie a 2.5 m siendo apreciable los bajos niveles a 5.0 m de profundidad, observándose un decremento de este parámetro hacia finales de verano y principios de otoño (septiembre) en toda la columna de agua.

Los cambios que se presentaron a través del estudio respecto a la clorofila *a* muestran una relación con los valores registrados en oxígeno disuelto, biomasa, así como con los cambios que mantuvo la transparencia. La transparencia fue inversamente proporcional a las concentraciones de clorofila, considerando que la biomasa algal fue la responsable de los bajos valores en transparencia (de 1.4 a 1.7 m) cuando ésta mantenía altos registros; de manera contraria, los datos de biomasa y clorofila siguen una relación proporcional: altas concentraciones de clorofila correspondieron con altos valores de biomasa algal. La correlación entre la biomasa algal, las concentraciones de clorofila *a* y la densidad del fitoplancton no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) (Tabla 3).

Tabla 3. Correlación entre algunos parámetros relativos al fitoplancton en el Lago Zempoala.

PARÁMETRO	r	P
Clorofila <i>a</i> – Biomasa	0.66	0.006
Clorofila <i>a</i> – Densidad	0.78	0.0004
Densidad – Biomasa	0.89	0.000005

FITOPLANCTON

Los resultados de densidad y biomasa de las especies del fitoplancton se presentan en el apéndice 2. Se reconocieron un total de 26 especies, las cuales están incluidas en 5 divisiones (clorofitas con 8 especies, euglenofitas con 2 especies, dinofitas con 2 especies, cianofitas con 3 especies, diatomeas con 9 especies, crisoficeas con 1 especie y xantoficeas con 1 especie). La flora algal del lago estuvo dominada principalmente por diatomeas; entre ellas dos especies destacan por sus altos registros en densidad: *Asterionella formosa* y *Fragilaria crotonensis*. Dentro de las cianofitas, la especie *Anabaena cf. portoricensis* presentó valores altos en otoño, que contribuyeron de manera importante a la densidad total registrada. Dentro de las euglenofitas, la especie *Trachelomonas stokesiana* presentó altas densidades (Apéndice 2). Los datos de densidad siguen un patrón estacional, relacionados con los periodos de estratificación y mezcla que presentó el lago. La gráfica de isodensidades, que resume las densidades del fitoplancton (Fig. 6), hace evidente las discontinuidades en la distribución espacial. Las concentraciones importantes del fitoplancton en la columna (parches) tienden a presentarse con mayor intensidad en la superficie en el período de estratificación (verano). Aunque la gráfica reúne en la escala de menor concentración los valores de 0 a 5000 organismos por litro, los valores para la época de estratificación a 5 m son nulos.

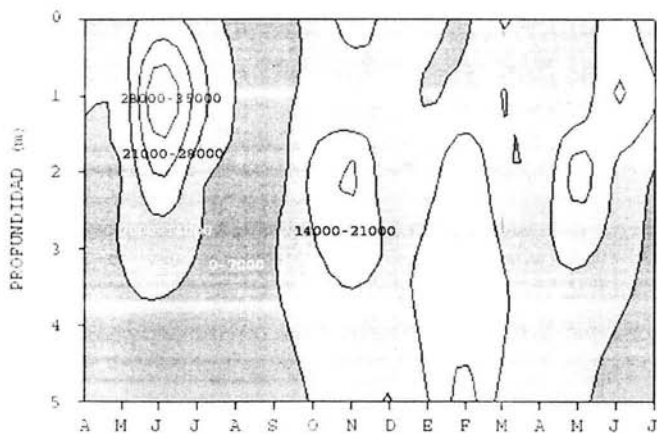


Fig. 6. Gráfica con isodensidades de densidades del fitoplancton en la columna de agua del Lago Zempoala.

Las especies presentes en superficie en el verano de 1996 (junio, julio y agosto) fueron: *Asterionella formosa* (especie dominante), *Trachelomonas stokesiana*, *Fragilaria crotonensis*, *Nitzschia frustulum*, *Microcystis protocystis* y *Tribonema bombycinum*. En el verano de 1997, los parches de la superficie también dominados por *A. formosa*, pero las codominantes fueron *Anabaena* cf. *portoricensis*, *Gregiochloris lacustris*, *Fragilaria crotonensis*, *Gomphonema acuminatum*, *Oocystis marssonii* y *Anabaena* sp.

Las especies presentes a 1.0 metro de profundidad en el verano de 1996 estuvieron conformadas por *A. formosa* (también dominante), *N. frustulum*, y *F. crotonensis*. Para el verano de 1997 *A. formosa* continuó como especie dominante acompañada de *O. marssonii* y *F. crotonensis*.

A 2.5 metros de profundidad para el verano de 1996, *Asterionella formosa* también es dominante, pero las acompañantes cambiaron, encontrando *Trachelomonas stokesiana*, *Nitzschia frustulum*, *Tribonema bombycinum* y *Trachelomonas hispida*. En junio y julio de 1997, *Asterionella formosa* fue la dominante y las acompañantes, *Trachelomonas stokesiana*, *Fragilaria crotonensis* y *Gregiochloris lacustris*.

A los 5 metros de profundidad, sólo hubo parches en el período de mezcla, pero el fitoplancton no formó concentraciones importantes y las discontinuidades en la distribución fueron poco discernibles: parches compuestos por *A. cf. portoricensis* dominante, o codominante con *A. formosa*.

El resto del año (primavera, otoño e invierno) la especie dominante también fue *A. formosa* de superficie a 5.0 m de profundidad con variaciones en las especies acompañantes (*T. stokesiana*, *T. hispida*, *Dinobryon sociale*, *Cosmarium subtumidum*) destacando por su alta densidad en el mes de octubre (principios de otoño) y solo en superficie *Anabaena* cf. *portoricensis* (apéndice 2).

VII. DISCUSIÓN

FACTORES FÍSICOS QUE PROMUEVEN LA ESTRATIFICACIÓN Y MEZCLA

En los cuerpos de agua la absorción de la energía solar y su disipación como calor afecta marcadamente la estructura termal, influyendo en la estratificación y circulación de la columna de agua. En general, la estratificación en los lagos tropicales es promovida por un calentamiento de la capa superficial, debido a la radiación solar que influye para tal fenómeno. La mezcla ocurre por el enfriamiento del epilimnion y su subsecuente hundimiento produce la mezcla completa de la columna (Boney, 1976 y Wetzel, 1983).

La gráfica de isolíneas de la temperatura (Fig. 2) del lago Zempoala muestra claramente el periodo de estratificación en verano, donde se considera que fue ocasionada por el intercambio de calor entre la temperatura del agua superficial y la del aire, tal como lo señala Moos (1973), lo que ocasiona la estratificación y la formación de la termoclina (Sikman & Melak, 1992).

El periodo de mezcla se presentó en otoño-invierno-primavera, originándose por el enfriamiento de la capa superficial del agua, la cual se hundió y dio lugar a la recirculación total. Así mismo, se debe considerar que el lago Zempoala tiene una profundidad máxima de 7 m en época de lluvia, presenta un volumen pequeño y tiene una forma irregular; a pesar de su forma irregular, se considera que el lago es lo suficientemente pequeño para que pueda ser mezclada toda la columna (García-Rodríguez y Tavera, 1998). Se menciona que los lagos con poca profundidad y volumen pequeño son menos resistentes a ser mezclados. Tavera (1996) menciona que la restricción de la mezcla de un lago está dada por el conjunto de la acción de ciertos factores como: condiciones climáticas locales, morfometría de la base y profundidad de mezcla. Así mismo, Zutshi *et al.* (1980) comentan que las condiciones climáticas locales y la profundidad del sistema acuático son de gran importancia para el desarrollo de la estratificación y mezcla de un lago.

De acuerdo con las características físicas que presenta el lago y a las climáticas y altitudinales de la zona donde se localiza, así como a la distribución

geográfica que tienen las especies que componen la flora algal (discutido más adelante), se considera que este lago es monomítico y presenta mayor similitud con lagos de zonas templadas (aun cuando el lago está ubicado en una latitud tropical); tomando en cuenta las características que se mencionan para tales lagos, varios autores señalan que los lagos monomíticos se caracterizan por presentar un periodo de estratificación en verano (junio-septiembre), estando mezclados el resto del año, siendo frecuentes estos tipos de lagos en regiones cálidas de las zonas templadas y en las áreas montañosas de latitudes subtropicales y templadas (Wetzel 1983, Torres y García, 1995).

Existen muchos lagos tropicales cuyo comportamiento termal exhibe semejanza con lo observado para el lago Zempoala. En éstos se ha registrado el periodo de estratificación en verano, cuando se presenta un incremento de la temperatura superficial, y la mezcla generalmente en invierno-primavera, cuando la temperatura superficial disminuye (De Buen, 1944; Holzmann, 1993; Eloranta, 1993; Jacobsen y Simonsen, 1993; Macek, *et al.* 1994; Alcocer *et al.* 1998; Alcocer *et al.* 2000).

NUTRIMENTOS

Los estudios sobre los requerimientos nutricionales de las algas (y, en general, de las plantas) hacen énfasis en la importancia que presenta el nitrógeno y el fósforo, y consideran que ambos son determinantes para el crecimiento del fitoplancton.

Cabe señalar que debido a la escasa referencia sobre nutrientes del lago, no es posible hacer un análisis completo de su comportamiento, pero consideramos que las concentraciones obtenidas de amonio, nitratos y ortofosfatos fueron altas para el fitoplancton de acuerdo a lo que señala Nedoma, *et al.*, 1993 (cit. in Tavera 1996) que concentraciones entre 15 – 20 $\mu\text{g l}^{-1}$ son altas. Lampert y Sommer (1997), mencionan que, para identificar el nivel trófico de los cuerpos de agua, se debe establecer una relación con las concentraciones de

fósforo total; esta relación permite identificar un valor de P_{TOT} menor de $5 \mu\text{g l}^{-1}$ con un nivel ultra-oligotrófico; P_{TOT} $5 - 10 \mu\text{g l}^{-1}$ con un nivel oligotrófico; P_{TOT} $10 - 30 \mu\text{g l}^{-1}$ con un nivel mesotrófico y P_{TOT} $30 - 100 \mu\text{g l}^{-1}$ con un nivel eutrófico, así mismo, Vollenweider (1983), señalan las siguientes concentraciones de fósforo: menores de $2.5 \mu\text{g l}^{-1}$ ultra-oligotrófico, de $2.5 - 8 \mu\text{g l}^{-1}$ oligotrófico, de $8 - 25 \mu\text{g l}^{-1}$ mesotrófico y de 25 a $80 \mu\text{g l}^{-1}$ eutrófico.

Los cambios en las concentraciones de nutrientes inorgánicos disueltos corresponden a los periodos de estratificación y mezcla del lago, y es probable que los nutrientes de este lago tengan un ciclo estacional anual de sedimentación y suspensión. Por tanto, cuando el lago se estratifica (verano), existe una mineralización de nutrientes hacia el epilimnion y cuando se lleva a cabo la mezcla (otoño) se presenta una recirculación de nutrientes hacia la superficie (principalmente de fósforo), lo que provoca un incremento en cuanto a densidad y biomasa del fitoplancton, ya que éstos van a estar disponibles en el epilimnion para productividad primaria. Tal parece que el fitoplancton está siendo sobradamente provisto de fósforo, tal como lo menciona Nedoma *et al.*, 1993 (cit. in Tavera 1996), que para un fitoplancton bien suministrado basta con valores de $10 \mu\text{g l}^{-1}$, para que permitan el crecimiento de las algas; para el lago Zempoala se tienen valores que van de 230 a $650 \mu\text{g l}^{-1}$, por lo tanto, el fitoplancton al menos no parece estar limitado por fósforo.

Tomando en cuenta el origen de este lago, podemos considerar que el fósforo es incorporado a la cuenca desde el suelo, porque se señala que en los lagos de origen volcánico van a existir elevadas concentraciones de fósforo y el fósforo es reciclado del sedimento, el cual se asimila por los procesos de descomposición y excreción de la biota, así como el que se incorpora por erosión hacia el lago (Hutchinson, 1967; Wetzel, 1983).

Para el nitrógeno, sólo hay el doble que de fósforo y se puede considerar un valor bajo para la proporción de Redfield (Reynolds, 1984; Margalef, 1983), que se considera el óptimo para fitoplancton; así mismo las variaciones en la concentración de nitrógeno son altas comparando las épocas, por lo que se considera que el fitoplancton del lago podría en ocasiones estar limitado por nitrógeno (Lewis, 1996; García-Rodríguez y Tavera, 1998).

En cuerpos de agua hiper-eutróficos ($300-500 \mu\text{g l}^{-1}$) la diversidad es sumamente pobre, limitándose a sólo una o dos especies (Reynolds 1984). Esto se conoce como florecimientos algales (blooms) y a veces pueden ocurrir estacionalmente y tienden a desplazar a las demás especies. En el lago Zempoala, las diatomeas dominantes, especialmente *Asterionella formosa*, no constituyen un florecimiento único, pues se mantienen varias especies como componentes constantes del fitoplancton y este criterio de diversidad nos permite postular que a pesar de las elevadas concentraciones de nutrimentos debe haber una co-limitación N:P muy variable, que sumada al control selectivo de una predación controlada por rotíferos (com. pers. R. Trejo), posibilita la presencia de varias especies, no sólo de las dos dominantes.

De acuerdo con observaciones en otros lagos monomicticos mexicanos (Tavera y Martínez-Almeida, datos no publicados), la co-limitación N:P podría ser más importante en latitudes tropicales que la concentración de nutrimentos por si sola. Es notable que en el lago Zirahuén, considerado oligotrófico se presenta una situación similar en la densidad poblacional y riqueza de especies del fitoplancton, lo que indica que no es el nivel trófico por si solo lo que determina la composición de especies de algas, sino la proporción entre los nutrimentos esenciales y las fluctuaciones de esa proporción.

CLOROFILA a

Si bien, las concentraciones de clorofila a variaron de 2.7 a $90 \mu\text{g l}^{-1}$ durante el estudio, estos valores están relacionados con los cambios que presentó la densidad y biomasa (clorofila a), ya que se señala que las concentraciones de clorofila a en los sistemas acuáticos están relacionadas con la densidad y composición de especies del fitoplancton. En Zempoala el fitoplancton está dominado por una diatomea muy grande ($>90 \mu\text{m}$) la cual presenta concentraciones de clorofila a altas (Reynolds, 1984), por lo tanto esto debió influir en los valores de clorofila obtenidos en este estudio.

FITOPLANCTON

La estructura de las poblaciones del fitoplancton en ecosistemas acuáticos es dinámica y constantemente sufre cambios en la distribución, densidad y

composición de especies (Lee, 1980; Bold y Wynne, 1978). La gráfica de isolíneas (Fig. 6) de las densidades del fitoplancton del lago Zempoala marca las diferencias en la distribución espacial y temporal. Se observan parches durante el periodo de estratificación (verano) del lago, intensificándose en la superficie y ésta distribución del fitoplancton es debida a que en esta zona existe una concentración suficiente de nutrientes; al respecto, Gliwicz (1979) señala que durante el periodo de estratificación la mayoría de las especies del fitoplancton se concentran en el epilimnion, ya que en lagos estratificados, la zona de la termoclina juega la parte de un segundo fondo y restringe la pérdida de nutrientes del epilimnion; así mismo Zutshi *et al* (1980) comentan que en un lago bien estratificado, la recirculación de elementos dentro del epilimnion es relativamente importante y se pueden perder pocos nutrientes a través de la termoclina. El segundo factor crítico para el fitoplancton, la luz, se discute en relación con la transparencia de lago.

En el periodo estratificado no se observaron organismos a los 5.0 m de profundidad (Fig. 6); Wetzel (1983) menciona que cuando un lago está estratificado, la zona profunda presenta condiciones de alta descomposición de materia orgánica y bajas concentraciones de oxígeno, esto también coincide con la baja densidad de organismos en el fondo. Cabe señalar que, en Zempoala, las densidades y biomasa algal (considerada como concentración de clorofila *a*) presentan incrementos durante este periodo, presentando el mismo patrón que guarda la distribución, densidades altas en superficie, siendo nulas a los 5.0 m.

La transparencia de Secchi mostró fluctuaciones inversas a la concentración de clorofila (Fig. 5), por lo que se considera que estuvo influenciada directamente por la biomasa algal, más que por partículas suspendidas promovidas, por ejemplo, por precipitación, pues por el contrario la transparencia fue alta durante las lluvias, principalmente en agosto y septiembre. Esto hace suponer que los cambios en la transparencia de Secchi son de naturaleza biológica, tal como lo señalan Díaz-Pardo *et al.* (1998) para el lago Atezca en el cual los registros elevados de transparencia son también inversos a los de elevada biomasa algal.

Holzmann (1993) menciona que puede haber un incremento en la densidad del fitoplancton al inicio del periodo de mezcla, debido a la recirculación de partículas y nutrientes atrapados en el sedimento; este incremento promueve la turbidez en el sistema, disminuyendo la transparencia. La consecuente disminución en la profundidad que alcanza la irradianza provoca que la zona eufótica sea pequeña (Harris, 1986). En el lago Zempoala, se presentó al inicio del periodo de mezcla un aumento en las densidades del fitoplancton y se observó una transparencia menor; esta condición se atribuye al incremento de los nutrientes en la zona epilimnética, que coincide con la zona eufótica, pero aunque son varias causas las que promueven las variaciones en las densidades fitoplanctónicas, la correspondencia entre estas variaciones y los valores registrados para la transparencia a través del estudio, nos permite afirmar que en Zempoala, la transparencia está más bien relacionada con las concentraciones de clorofila *a* que con la concentración de partículas.

Por otra parte, durante el período de mezcla de un lago, el fitoplancton presenta continuidad dentro de la columna, es decir que no se distribuye en parches y la distribución de las algas en la columna responde también a factores físicos y químicos (Holzmann, 1993). Una distribución homogénea del fitoplancton se presentó en Zempoala cuando la columna estuvo mezclada (invierno-primavera) y durante el máximo de la mezcla coincidió con una disminución en la densidad, generándose un aumento en los valores de transparencia. Se considera que la disminución en la densidad del fitoplancton es favorecida principalmente por el agotamiento de los nutrientes ejercido por el propio consumo fitoplanctónico, pero pensamos que la luz puede estar también relacionada, pues el invierno es la época de días más cortos y una disminución en la radiación solar implica una disminución en la temperatura de las capas superficiales del agua. Algunos autores explican que cuando las temperaturas e intensidades de luz bajan, el crecimiento del fitoplancton se reduce o incluso es insignificante (Wetzel, 1983; Eloranta, 1993; Lewis, 1996). En Zempoala entonces la distribución homogénea del fitoplancton en la columna y la disminución en la densidad responden a la influencia de los factores físicos y químicos propios del lago.

En términos generales la distribución espacial y temporal del fitoplancton del lago Zempoala estuvo marcada por los periodos de estratificación y mezcla, lo que produce en cada periodo condiciones particulares en el sistema, que condicionan la generación de parches (concentraciones de densidad del fitoplancton en la zona epilimnética) o su erosión (distribución homogénea) en la columna (Reynolds, 1988; Jacobsen & Simonsen, 1993),

En cuanto a la composición específica del fitoplancton del lago, cabe mencionar que *Asterionella formosa* fue la especie dominante, superada sólo en densidad al inicio de la época de mezcla (octubre) y únicamente en superficie, por *Anabaena cf. portoricensis* (ver resultados del fitoplancton). El florecimiento de *Anabaena cf. portoricensis* es anual. Su presencia en la superficie puede estar relacionada con producción de aerotopos. En cianofitas este fenómeno está bien documentado (Tavera, 1996).

Hutchinson (1967) y Reynolds (1993) mencionan que los cambios en la composición de especies pueden ser debidas a que en los ambientes acuáticos se generan condiciones adecuadas para algunas especies durante un periodo y cambiar después en favor de otras, es decir, los requerimientos nutricionales y las condiciones abióticas favorables de cada una de las especies son distintas; estos autores también citan que tales condiciones van a estar dadas por la estructura termal del agua (estratificación y mezcla), que juega un papel importante en el reciclaje de nutrientes; por lo tanto, van a influir en la flora algal; así mismo, establecen que la actividad de consumo del zooplancton influye de manera importante, pues presentan un consumo selectivo con base en el tamaño y morfología de la presa y se ha considerado que las especies grandes de diatomeas no son aceptables para el consumo por el zooplancton (Chorus y Schlag, 1993). Esto podría explicar la dominancia y alta densidad de *A. formosa*, por lo que la composición de especies del zooplancton del lago (*com. pers.* R. Trejo) debido a su talla podrían estar controlando preferentemente las especies pequeñas del fitoplancton (García-Rodríguez y Tavera, 1998). Esto también ha sido observado en otros lagos (Queimaliños y Modenutti, 1993).

Con respecto a la distribución geográfica de las especies del fitoplancton de Zempoala, más de la mitad de ellas son cosmopolitas, es decir, la literatura las registra en zonas templadas y en zonas tropicales; 9 especies se registran con

una distribución exclusivamente templada por lo que el único registro para un área tropical sería el presente trabajo, pero dadas las características climáticas del lago Zempoala, sería conveniente resaltar que su presencia en los trópicos podría seguir patrones climáticos particulares v. gr. temperatura ambiente frías que se presentan en altitudes elevadas, así mismo, 4 de esas especies han sido registradas previamente para México, pero al ser la única fuente, se ha considerado un carácter cosmopolita todavía dudoso (García-Rodríguez y Tavera, 1998). En este sentido, es notable que la mayoría de las fuentes bibliográficas utilizadas son trabajos florísticos de regiones templadas, exceptuando los trabajos de Gardner (1927), Comas-Gonzalez (1996) y Novelo (1998).

De igual manera que las condiciones físicas, la variación y distribución de los factores químicos en un cuerpo de agua son de vital importancia para la biota del lugar (García-Rodríguez y Tavera, 1998).

Respecto a la relación entre el fitoplancton y otros factores químicos, el comportamiento del oxígeno en el lago, durante el periodo de estratificación (verano) (Fig. 3) presentó sobresaturación en superficie, debida al incremento de la radiación solar, que al promover la fotosíntesis tiende a elevar el oxígeno disuelto, como lo mencionan Zutshi *et al.* (1980). Para el resto de la columna el oxígeno disminuyó, registrando los valores más bajos a 5.0 m; de igual manera, Zutshi *et al.* (1980) afirman que el oxígeno tiende a agotarse en las capas profundas. Aunque no es clara la evidencia para Zempoala en este sentido, se sugiere como explicación lo que proponen Birge y Juday (1911, cit. in Hutchinson, 1967), quienes suponen que la materia orgánica que está sedimentándose puede acumularse en esas capas, donde no hay movimientos turbulentos durante la estratificación, e iniciarse la descomposición de la materia que es fácilmente oxidable, produciendo un mínimo de oxígeno. Aunque la depleción de oxígeno hipolimnética nunca llega a cero en Zempoala el lago presenta un perfil de oxígeno clinogrado (Hutchinson, 1967; García-Rodríguez y Tavera, 1998).

El pH mantuvo las mismas condiciones que la biomasa algal: altas concentraciones en superficie (verano), lo que al parecer fue promovido por la propia actividad fotosintética, y disminuyendo hacia el fondo. Wetzel (1979) señala que la distribución vertical del pH está modificada por diversas reacciones de origen biológico, y considera que cuando existe una mayor intensidad fotosintética,

el pH tiende a aumentar; mientras que en fondo, la respiración y descomposición de materia orgánica ocasionan una disminución del pH, cuando la reserva alcalina no es suficiente para amortiguar los cambios de pH, como ocurre en Zempoala.

Finalmente, se puede señalar que aunque no se conocen las concentraciones de fósforo total del lago, se considera que el lago Zempoala se comporta como un lago eutrófico dado que existen otros indicadores que se han tomado en cuenta y nos permiten reconocer el estado trófico del lago. Estos son la morfometría, pues los lagos eutróficos tienden a ser someros; la biomasa algal en términos de clorofila *a*, que en los lagos eutróficos es en un intervalo general de 10 – 500 $\mu\text{g l}^{-1}$. Así mismo, una depleción de oxígeno considerable en el hipolimnion (no necesariamente anóxico) y un perfil clinogrado de oxígeno (Lampert y Sommer, 1997). De esta manera en el presente trabajo no se consideró adecuado tomar parámetros aislados, sino que se hizo un análisis tratando de conjuntar toda la información obtenida para tener un criterio flexible para caracterizar las condiciones generales del lago Zempoala.

VIII. CONCLUSIONES

1. Debido a la latitud en que se ubica, Zempoala es un lago tropical, pero el clima templado que se presenta en el área del Parque y que se debe a la elevación (2800 m s.n.m.) influencia ciertos rasgos que no son típicos de lagos tropicales, principalmente el régimen térmico y la composición de especies del fitoplancton.

2. El lago Zempoala es monomítico cálido, presenta un periodo de estratificación en junio-septiembre y uno de mezcla en octubre-mayo, la distribución del fitoplancton en la columna en el periodo de estratificación se da en parches, mientras que en la mayor parte del periodo de mezcla es homogénea.

3. La distribución espacial y temporal del fitoplancton del lago Zempoala está influenciado por los periodos de estratificación y mezcla del lago.

4. La transparencia está relacionada con las concentraciones epilimnéticas de biomasa, evaluada como concentración de clorofila *a*. Así mismo, las concentraciones de oxígeno y pH se corresponden con la actividad fotosintética del lago.

5. El lago Zempoala es eutrófico y la especie dominante del fitoplancton es *Asterionella formosa*. El factor principal que influyó esta dominancia fue la selectividad de los grupos del zooplancton para consumir especies pequeñas.

6. A pesar de la dominancia de *Asterionella formosa*, en el fitoplancton de Zempoala hay un componente todavía diverso de especies de clorofitas, heterokontofitas, cinaofitas, euglenofitas y dinofitas.

7. El fitoplancton del lago Zempoala está constituido principalmente por especies con una distribución característica de latitudes templadas. Esto indica que la selección de especies de algas en los lagos tropicales de altura está más influenciada por la temperatura que por la irradianza.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Aboal, M. y Llimona, X. 1984. Aportación al conocimiento de la flora del río Mula, Murcia, SE de España. *Limnética* 1:141-147.
2. Aceves-Quezada, J. 1990. Carta IV.I.I (A.B.), **Atlas Nacional de México, 1990**. Instituto de Geografía, UNAM. Vol II Naturaleza.
3. Alcocer, J. A. & E. Escobar. 1996. Limnological regionalization of México. Lakes and Reservoirs: **Research and Management** 2:55-69.
4. Alcocer, J., A. Lugo, R. Sánchez, M. Chávez y E. Escobar. 1998. Threats to the saline lakes of the Oriental Basin, México, by human activities. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 26: 1383-1386.
5. Alcocer, J. A., Lugo, E. Escobar, M. R. Sánchez & G., Vilaclara. 2000. Water column stratification and its implications in the tropical warm monomictic Lake Alchichica, Puebla, México. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 27:3166-3169.
6. Apha, Awwa, WPCF. 1992. **Standard methods for the examination of and water wastewater**. American Public Health Association. American Water Works Association and water Pollution Central Federation: Washington, D. C. 874 pp.
7. Bold, H. y Wynne, M. J. 1978. **Introduction to the algae. Structure and reproduction**. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 760 p.
8. Boney, A. D. 1976. **Phytoplankton**. Edit. Camelot Press Ltd. Great Britain. 117.
9. Bonilla, B. J. 1992. **Flora y vegetación acuática vascular de las Lagunas de Zempoala, Morelos México**. Tesis Maestría Facultad de Ciencias. UNAM.
10. Bonilla-Barbosa, J. R. y Novelo, R. A. 1995. **Manual de identificación de plantas acuáticas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México**. Cuadernos. IBUNAM. Instituto de Biología. UNAM. México. 168 pp.

11. Castañeda, R. J. 1977. **Estudio básico del Parque Nacional Lagunas de Zempoala**. Tesis. Esc. Normal Superior de México, Secretaría de Educación Pública. México. 68 pp.
12. Chiu, M. C.; Hodgkiss, I. J. y Chan, S. S., 1994. Ecological studies of phytoplankton in Tai Tam Bay, Hong Kong. **Hidrobiologia** 273:81-94.
13. Chorus, I. y Schlag G. 1993. Importance of intermediate disturbances for the species composition and diversity of phytoplankton in two very different Berlin lakes. **Hidrobiologia** 249:67-92.
14. Colebrook, J. M., 1984. Continuous plankton records: relationships between species of phytoplankton and zooplankton in the seasonal cycle. **Mar. Biol.** 83:313-323.
15. Comas-González A. 1996. Las Chlorococales dulciacuícolas de Cuba. *Bibliotheca Phycologica*. Band 99. J. Cramer Berlin - Stuttgart 192 pp y 65 figuras.
16. Dávalos-Lind, L. y O. T. Lind. 1993. The changing state of limnology in México: Lake Chapala as an example. **Verh. Int. Ver. Limnol.** 25:427-430.
17. Davies, S. J. Metcalfe, E. S. Caballero, E. M. & S. Juggins. 2002. Developing diatom-based transfer functions for Central Mexican lakes. **Hidrobiología** 467:199-213.
18. De Buen, F. 1944. Los lagos Michoacanos II. Pátzcuaro. **Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.** 5:99-125.
19. Desikachary, T. V. 1959. **Cyanophyta**. New Delhi. ICAR Monographs on Algae. India Council of Agricultural Research. New Delhi. 686 pp.
20. Díaz, V. M. 2000. Aspectos sobre la densidad, diversidad y distribución de la fauna bentónica en el Lago Zempoala, Morelos México, en un ciclo anual (1997-98). **Tesis Profesional**. Facultad de Ciencias Biológicas. UAEM. 51 pp.

21. Díaz-Pardo, E., G. Vazquez y E. López-López. 1998. The phytoplankton community as a bioindicator of health conditions of Lake Atezca, México. **Aquat. Ecosyst. Health Manage** 1:257-266.
22. Elizalde, A. E. E. 2000. Caracterización y análisis de algunos parámetros físicos y químicos del agua y sedimento del Lago Zempoala, Morelos, México, en un ciclo anual (1997-98). **Tesis Profesional**. Facultad de Ciencias Biológicas. UAEM. 50 pp.
23. Eloranta, P. 1993. Diversity and succession of the phytoplankton in a small lake over a two-year period. **Hidrobiologia** 249:25-32
24. García, E. 1990. Carta IV.4.1 (A) y IV.4.10 (A.B.), **Atlas Nacional de Mexico, 1990**. Instituto de Geografía, UNAM. Vol II Naturaleza.
25. García-Rodríguez, J. y R. Tavera. 1998. Fitoplancton del Lago Zempoala. **Bol. Soc. Bot. Mex.** 63:85-100.
26. García-Rodríguez, J. y R. Tavera. 2002. Phytoplankton composition and biomass in a shallow monomictic tropical lake. **Hydrobiologia** 467:91-98.
27. Gardner, N. L. 1927. **New Myxophyceae from Porto Rico**. Memoirs of the New York Botanical Garden 7. 44 pp
28. Geitler L. 1935. Cyanophyceae. In: Rabenhorst's Krypt.-Fl. Akad. Verlagesees. Leipzig. 14: 1196 pp.
29. Gliwicz, Z. M. 1979. Metalimnic gradients and trophic state of lake epilimnia. **Mem. Ist. Ital. Idrobiol.**37:121-143.
30. González-González, J. y Novelo, E. 1986. **Algas**. In: **Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos**. Ed. por Lot. A. Y F. Chiang (Comps.) Consejo Nacional de Flora de México. 41-54 pp.

31. Harris, G. P., 1986. **Phytoplankton ecology: structure, function and fluctuation**. Chapman and Hall. London.
32. Hernández, N. L. E. 1991. Distribución y abundancia de *Cambarellus zempoalensis* Villalobos, en relación a parámetros físico-químicos en el Lago Zempoala, Morelos, México. **Tesis Profesional**. Facultad de Ciencias Biológicas. UAEM. 41 pp.
33. Hindák F. 1988. **Studies on the Chlorococcal Algae (Chlorophyceae). IV Veda Publ.** House of Slovak Academy of Sciences, Bratislava. 263 pp.
34. Holzmann, R. 1993. Seasonal fluctuations in the diversity and compositional stability of phytoplankton communities in small lakes in upper Bavaria. **Hidrobiologia**. 249: 101-109.
35. Hubber-Pestalozzi, G. 1955. **Euglenophyceen. Das Phytoplankton des Susswassers. Systematik und Biologie**. Die Binnengewässer. Thienemann, A. Vol. 4, Stuttgart. 1135 pp.
36. Hutchinson, G. E. 1967. **A treatise on limnology. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton**. John Wiley & Sons, Inc., New York. 944 pp.
37. Izmet'seva, L. R.; Kozhova, M. O. y Lopatina, I. N. 1994. Structure and functional characteristics of Lake Baikal phytoplankton in summer. **Water resources. MAHK Hayka/Interperiodica Publishing (RUSSIA)**. Vol. 21. No. 1. 36-41.
38. Jacobsen, A. B. y Simonsen P. 1993. Disturbance events affecting phytoplankton biomass, composition and species diversity in a shallow, eutrophic, temperate lake. **Hidrobiologia** 24:9-14.
39. Javornický, P. 1978. Ekológia sladkovodných rias. In Hindák, F. (ed). **Sladkovodné Riasy**. Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 9-61.

40. Johansen, J. R., Rushforth, S. R. y Orbendorfer, R., Fungladda, N. y Grimes, J. A. 1983. The algal floral of selected wet walls in Zion National Park, Utah, USA. **Nova Hedwigia** 38:765-808
41. Komárek, J. y Fott, B. 1983. **Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Chlorococcales. Das Phytoplankton des Süßwasser, Systematik und biologie.** Hubber-Pestalozzi, G. Vol. 7 Teil, I, Band XVI Die Binnengewässer, Stuttgart, E. Schwizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1044 pp.
42. Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. 1991a. **Bacillariophyceae 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa** Pascher, A.; Ettl, H.; Gerloff, J.; Heyning, H.; Mollenhauer, D. (Eds.). Stuttgart, Gustav Fischer Verlag. 576 pp.
43. Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. 1991b. **Bacillariophyceae 4. Achnantaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa.** Pascher, A.; Ettl, H.; Gerloff, J.; Heyning, H.; Mollenhauer, D. (Eds.) Stuttgart. Gustav Fischer Verlag. 437 pp.
44. Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. 1998. **Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Ephitemiaceae, Surirellaceae. Band 2/2. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa.** Pascher, A.; Ettl, H.; Gerloff, J.; Heyning, H.; Mollenhauer, D. (Eds.) Stuttgart. Gustav Fischer Verlag. 596 pp.
45. Lampert, W. and U. Sommer. 1997. **Limnoecology: the ecology of Lakes and Streams.** New York: Oxford Univ. Press. 382 pp.
46. Lee, R. E. 1980. **Phycology.** Cambridge, New York. 478 pp.
47. Lewis, M. W. 1996. Tropical lakes: how latitude makes a difference. **Perspectives in Tropical Limnology.** 43-64.
48. Lind, O. T., R. Doyle, D. S. Vodopich, B. G. Trotter, J. G. Limón & L. Dávalos-Lind. 1992. Clay turbidity: Regulation of phytoplankton production in a large, nutrient-rich tropical lake. **Limnol. Oceanogr.** 37 (3):549-565.

49. Macek, M. G.; Vilaclara & A. Lugo. 1994. Changes in protozoan assemblage structure and activity in a stratified tropical lake. **Marine Microbial Food Webs** 8:235-249.
50. Margalef, R. 1983. **Limnología**. Omega, Barcelona. 1009 pp.
51. Mestre, J. E. 2000. Aquatic ecosystems in México: The political and social context. In *Aquatic Ecosystems of Mexico: Status and Scope*. Munawar, M., S.G. Lawrence, I.F. Munawar & D.F. Malley (eds.) *Ecovision World Monograph Series*. Leiden, The Netherlands, Backhuys Pub. 435 pp.
52. Miranda, F. y Hernández, X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. **Bol. Soc. Bot. Mex.** 28:29-179.
53. Moss, B. 1973. Diversity in fresh-water phytoplankton. **Am. Midland Nat.**, 90(2):341-355.
54. Novelo, M. E. 1998. **Floras ficológicas del Valle de Tehuacán, Puebla**. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 599 pp.
55. Patrick, R. y Reimer, C. W. 1966. **The Diatoms of the United States. Vol. 2, Part 1** Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 688 pp.
56. Pérez-Villegas, G. 1990. Carta Clima. **Energía del viento dominante**. IV.4.2. IV4.3. Atlas Nacional de México, 1990. Instituto de Geografía. UNAM. Vol. II Naturaleza.
57. Popovský, J. y Pfiester, A. L. 1990. **Dinophyceae (Dinoflagellida): Band 6. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Pascher, A. (Eds.) Stuttgart, Gustav Fischer Verlag. 272 pp.
58. Prescott, G. W. 1962. **Algae of the Western Great Lakes Area**. Revised Edition. Dubuque, Iowa. W.M.C. Brown Co. Pub. 977 pp.

59. Prescott, G. W. Croasdale, H. T., Vinyard, W. C. y Bicudo, C. E. D. 1981. **A Synopsis of Noth American Desmids. Part. II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 3.** Lincoln and London. Univ. of Nebraska Press. 720 pp.
60. Prescott, G. W., Bicudo, C. E. D. y Vinyard, W. C. 1982. **A synopsis of Noth American Desmids. Part III. Desmidiaceae: Placodermae. Section 4.** Lincoln, Univ. of Nebraska Press. 700 pp.
61. Queimaliños, C. P. y B. E. Modenutti. 1993. Experimental analysis of the rotifer-cladoceran effect on phytoplankton. **Internat. Verein. Limnol.** **25:**943-946.
62. Reynolds, C. S. 1984. **The ecology of freshwater phytoplankton.** Cambridge Univ. Press. 384 pp.
63. Reynolds, C. S. 1988. The concept of ecological succession applied to seasonal periodicity of freshwater phytoplankton. **Verh. Int. Ver. Limnol.** **23:**683-691.
64. Reynolds, C. S. 1993. Scales of disturbance and their role in phytoplankton ecology. **Hidrobiologia** **249:** 157-171.
65. SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO. 1979. **Carta hidrológica Milpa Alta, México.**
66. SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO. 1979a. **Síntesis geográfica de Morelos. Anexo cartográfico. Carta estatal hidrológica superficial, México.**
67. SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO. 1979b. **Síntesis Gráfica y Descriptiva. Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Parques Nacionales. Mexico, D. F.**
68. SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO 1979c. **Carta edafológica Milpa Alta, México.**

69. SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO. 1987. **Síntesis geográfica y nomenclatura del Estado de México**. INEGI. México.
70. Sheath, R. G. y Cole, K. M. 1992. Biogeography of stream macroalgae in North America. **J. Phycol.** **28** (4):448-460.
71. Sikman O. J. y Melack, M. J. 1992. Photosynthetic activity of phytoplankton in a high altitude lake (Emerald Lake, Sierra Nevada, California). **Hidrobiologia** **230**:37-48.
72. Sosa, A. H. 1935. Los bosques de Huitzilac y las lagunas de Zempoala en el Estado de Morelos. **Rev. Méx. Forestal** **13**(5-6):39-46.
73. Starmach, K. 1985. **Süßwasserflora von Mitteleuropa. Chrysophyceae und Haptophyceae**. Pascher, A; Ettl, H.; Gerloff, J.; Heyning, H.; Mollenhauer, D. (Eds.) Stuttgart. Gustav Fischer Verlag. 515 pp.
74. Tavera, R. 1996. **Phytoplankton of the tropical Lake Catemaco**. Ph. D. Thesis. University of South Bohemia, České Budejovice, Czech Republic. 66 pp, 15 Figures; 14 Tables.
75. Tavera, R. y J. Komárek. 1996. Cyanoprokaryotes in the volcanic lake of Alchichica, Puebla, State, México. **Arch. Hydrobiol./Algal. Stud.** **83**:511-538.
76. Torres, O. R. y García, C. J. L. 1995. **Introducción al manejo de datos limnológicos**. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. 129 pp.
77. Uthermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodik. **Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.** (9):39.
78. Viana, L. J. 1991. Espectro trófico y hábitos alimentarios de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* Walbaum (Pisces:Salmonidae) del Lago Zempoala, Morelos, México. **Tesis Profesional**. Facultad de Ciencias Biológicas. UAEM. 40 pp.

79. Vilaclara, G. M., Chávez, A., Lugo, H.G. y M. Gaytan. 1993. Comparative description of crater-lakes basic chemistry in Puebla State, México. *Verh. Int. Ver. Limnol.* **25**:431-437.
80. Vollenweider, R. A. (ed). 1974. **A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments.** IBP Handbook No. 12, Oxford. Blackwell, 225 pp.
81. Vollenweider, R. A. 1983. Eutrophication. Notes distributed during the II **Meeting of the Regional Project on the Eutrophication of Tropical Lakes.**
82. Wetzel, R. G. y Likens, E. G. 1979. **Limnological analysis.** W. B. Saunders Co., London. 357 pp.
83. Wetzel, R. G. 1983. **Limnology.** W. B. Saunders Company, Philadelphia, 143 pp.
84. Zutshi, D. P.; Subla, A. B.; Khan, A. M. y Wanganeo, A. 1980. Comparative limnology of nine lakes of Jammu and Kashmir Himalayas. *Hidrobiologia* **72**:101-112.

Apéndice 1. DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL EN LA COLUMNA, TEMPORAL Y GEOGRÁFICA DE LAS ESPECIES DE FITOPLANCTON

Clase Chlorophyceae, Orden Chlorellales, Familia Selenastraceae

Gregiochloris lacustris (Chod.) Marvan, Komárek et Comas, figura 6 a, b.

Colonias de 4 células dispuestas irregularmente, envueltas en un mucílago. Las células son fusiformes, atenuándose hasta el ápice que es agudo. Presentan un cloroplasto parietal con un pirenoide. Dimensiones: células de 15.7 x 3.4 μm . Colonia de 50.7 x 23.2 μm .

Distribución en el mundo: En lagos limpios en Estados Unidos, Dinamarca y Suiza (Komárek y Fott, 1983).

Poco abundante y esporádica en las tres zonas y presentó su mayor abundancia en la zona 2 (Fig. 1), en junio de 1997. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Monoraphidium graffithii (Berk.) Komárková-Legnerová.

Célula fusiforme, más de 12 veces más larga que ancha, hacia la parte terminal de la célula, ésta se va haciendo aguda. Pared celular lisa. Dimensiones: 42.2-48 x 1.9-3 μm . Los ejemplares del lago Zempoala tienden a tener medidas pequeñas que no son las que comúnmente se han registrado.

Distribución en el mundo: Cosmopolita (Komárek y Fott, 1983; Novelo, 1998).

Presente esporádicamente y poco abundante en las tres zonas y presentó su mayor abundancia en la zona 1, en el mes de febrero de 1997. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Familia Oocystaceae, Subfamilia Oocystoideae

Oocystis marssonii Lemmermann, figura 6 c.

Células fusiforme-ovales, a veces ensanchadas en la parte media; polos redondeados a levemente obtusos; a veces solitarias o en colonias pequeñas de 2-4 células. Uno o dos cloroplastos parietales, cada uno con un pirenoide.

Dimensiones: 9.6-11 x 5-6 μm . Komárek y Fott (1983) consideran que las características más importantes en el género al que pertenece esta especie, son la pared lisa y la permanencia de las autósporas dentro de la pared celular materna, durante la reproducción. Son cautelosos con respecto a la presencia de pirenoides, señalando que en algunas especies no se han observado. Comas-González (1996) señala que los caracteres diacríticos de este género no están bien definidos, pero que la presencia de pirenoides podría considerarse como variación interespecífica y no genérica, como señala Hindák (1988), que propone la inclusión de las especies con pirenóide en el género *Oocystella* Lemmermann, e incluso describe varias especies y hace algunas combinaciones nuevas. En el presente trabajo, se respeta el género *Oocystis* con pirenoides presentes para la especie registrada en Zempoala.

Distribución en el mundo: Cosmopolita (Komárek y Fott, 1983; Novelo, 1998).

Esta especie presentó su mayor abundancia en la zona 2, el mes de junio de 1997; en los otros meses siempre fue poco abundante y esporádica en las tres zonas. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Familia Scenedesmaceae, Subfamilia Scenedesmoideae

Scenedesmus opoliensis Richter var. *mononensis* Chodat, figura 6 d.

Cenobios con células unidas paralelamente en más de $\frac{1}{3}$ de su longitud. Células con los lados redondeados, extremos de las células ligeramente alargados y los polos más o menos truncados. Las espinas se asientan excéntricamente sobre el polo. Dimensiones: 17-21 x 5.5-6 μm . Espinas 15-20 μm de largo.

Distribución en el mundo: Cosmopolita (Novelo, 1998)

Esta especie presentó su mayor abundancia en la zona 3, durante el mes de mayo de 1997. Los demás meses fue esporádica y poco abundante en las tres zonas. Registrada en este lago en toda la columna de agua. Frecuentemente los ejemplares mostraron espinas incompletas y con sólo 2 ó 3 células por cenobio.

Clase Chlamydophyceae, Orden Volvocales, Familia Volvocaceae.

Pandorina smithii Chodat, figura 6 e.

Colonia esférica, la mayoría de los individuos con 16 células colocadas periféricamente formando un espacio vacío en la parte central. Células esféricas.

Cloroplastos en forma de copa, con un pirenoide. Dimensiones de las células 8-10 μm de diámetro y de la colonia, 98.4 μm en promedio.

Distribución en el mundo: Suiza y República Checa (Prescott, 1962).

Esta especie presentó la mayor abundancia en la zona 2, junio de 1997. Los demás meses fue esporádica y poco abundante en las tres zonas. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Orden Desmidiiales, Familia Mesotaeniaceae

Arthrodesmus convergens Ralfs, figura 6 f.

Células $1/5$ a $1/3$ tan largas como anchas, con constricción media profunda, el *sinus* muy profundo, angular y agudo, con un extremo redondeado, hemicélulas transversalmente elípticas, los márgenes basales transversalmente subelípticos y ligeramente convexos, con ángulos atenuados, agudos y poco proyectados hacia abajo. Presenta espinas curvadas, el apéndice relativamente ancho y convexo, el contorno del apéndice y las espinas forman un arco; la pared celular es lisa. Las hemicélulas son semicirculares en vista lateral, en vista frontal son estrechamente elípticas, con una espina larga en los polos. Dimensiones: ancho de la hemicélula con espinas 45-58.5 μm y sin espinas 35-39.5 μm , largo 30-35 μm .

Distribución en el mundo: Estados Unidos: Carolina, Canadá (Prescott *et al.*, 1982), Suecia (Novelo, 1998).

Fue una especie esporádica y poco abundante y presentó mayor abundancia en la zona 2, el mes de mayo de 1996; sólo se registró en la superficie de las zonas 1 y 2.

Staurastrum sebaldi (Rensch) var. *ornatum* f. *planctonica* (Lütterm) Teilim, figura 6 g.

La hemicélula es triangular, con el margen ligeramente cóncavo entre los brazos; presenta un par de pequeñas pero conspicuas verrugas en el margen ventral de la base de los brazos; la base de la hemicélula está engrosada y presenta gránulos dentro de cada brazo. Dimensiones de la hemicélula, 31-36 de largo x 65.5-70 μm de ancho (con brazos); ancho del istmo 9.5-20 μm .

Distribución en el Mundo: Estados Unidos, Europa, África, América Central y América del Sur (Prescott *et al.*, 1982), Suecia (Novelo, 1998)

Esta especie fue frecuente aunque poco abundante en las tres zonas y presentó su mayor abundancia en la zona 1, en el mes de marzo de 1997. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Familia Desmidiaceae

Cosmarium subtumidum Nordstedt in Wittrock & Nordstedt.

Células de 1 a 1.2 veces más largas que anchas; constricción media profunda, *sinus* cerrado, hemicélula semicircular, generalmente con el ángulo basal y apical redondeado, ápices truncados. Hemicélulas circulares en vista lateral, en vista apical generalmente elípticas, ligeramente engrosadas en la región media. Cloroplasto con un pirenoide. Dimensiones de la célula: 20-23.6 x 20-27 μm , con istmo de 8-10 μm . Las poblaciones presentes en el lago Zempoala coinciden con todos los caracteres descritos para esta especie, aunque de menor anchura celular que el registrado en la literatura.

Distribución en el mundo: Cosmopolita, en todos los continentes y en el Ártico. (Prescott *et al.*, 1981; Novelo, 1998).

Esta especie fue esporádica y poco abundante en las tres zonas y presentó su mayor abundancia en la zona 2, el mes de mayo de 1997. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Clase Euglenophyceae, Orden Euglenales, Familia Euglenaceae.

Trachelomonas stokesiana Palmer, figura 6 h.

Lórica esférica, fuertemente espiralada; presenta una pared fina, de color pardo y la cara superficial con estrías gruesas y anchas. En el ápice tienen un collarite chato, cónico y corto situado en la depresión apical de la célula; del collarite sale un flagelo largo. Dimensiones: 15-18 μm .

Distribución en el Mundo: Se distribuyen en Norte América y Europa (Hubber-Pestalozzi, 1955).

Esta especie fue abundante en las tres zonas y más abundante en la zona 2, el mes de junio de 1996. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Trachelomonas hispida (Perty) Stein emend. Deflandre, figura 6 i.

Lórica elipsoidal, compacta, con espinas cortas, cónicas, muy agudas. Pared celular pardo-rojiza, finamente punteada, aunque a veces da la apariencia de estar lisa. Collarete corto o inexistente. Dimensiones: 25.2-27 x 18-20.8 μm .

Distribución en el Mundo: Cosmopolita. Rara en el plancton de lagos (Hubber-Pestalozzi, 1955).

Fue una especie abundante, presente durante todas las recolectas en las tres zonas. Fue más abundante en la zona 2, el mes de junio de 1996. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Clase Dinophyceae, Orden Peridinales, Familia Peridinaceae.

Peridinium sp.

Células elipsoidales o esféricas. La fórmula de su placa es 4',(2a-3a) apicales, 6" precingulares, 4''' poscingulares y 2'''' posapical. La mayoría de los ejemplares observados en este lago presentaron las células dañadas, en ocasiones plasmolizadas o incompletas. El escaso contenido y daño de la lórica hicieron imposible la documentación completa de la especie. Dimensiones 49-51 x 47-50 μm .

La mayor abundancia para esta especie fue registrada en el mes de febrero de 1997 y observada de manera ocasional en las tres zonas, rara vez abundante. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Familia Ceratiaceae

Ceratium hirundinella (O. F. Müller) Dujardin non Schrank, figura 6 j.

Células poligonales. La lórica forma una epivalva que se estrecha formando un cuerno largo, justamente arriba del cíngulo. Cíngulo transversalmente estrecho. Cuerpo de la hipovalva ancho y corto, dividido en 2 a 3 cuernos posteriores. Placas gruesas con espículas finas. Dimensiones: 29.7 x 20.4 μm . Cuernos hipovalvares de 66 y 120 μm ; cuerno epivalvar de 153.3 μm .

Distribución en el mundo: Cosmopolita (Novelo, 1998).

Fue una especie esporádica de baja abundancia en las tres zonas y presentó su mayor abundancia en la zona 1, el mes de mayo de 1997. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Clase Chrysophyceae, Orden Ochromonadales, Familia Dinobryaceae

Dinobryon sociale (Ehr.) var. *americanum* (Brunnthal) Bachmann, figura 6 k.

Células incluidas en una teca, reunidas en colonias ramificadas; la célula está unida a la teca por un pedículo muy poco visible. La pared de la teca es delgada e incolora. Dimensiones de la teca 10-11.3 x 5.9-6.2 μm . Colonia 33-40 μm de largo. En ocasiones se observaron algunas tecas vacías en las colonias y éstas variaron en su ramificación y en el número de células.

Distribución en el mundo: Europa (Starmach, 1985); Estados Unidos; Canadá (Novelo, 1998).

Esta especie presentó su mayor abundancia en la zona 3, en mayo de 1997; en el resto de las recolectas fue poco abundante. En general fue esporádica en las tres zonas. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Clase Xanthophyceae, Orden Tribonematales, Familia Tribonemataceae.

Tribonema bombycinum (C.A.Aq.) Derbés & Solier.

Células con paredes delgadas, cilíndricas, ligeramente constreñidas en los septos. Dimensiones: 42-48 x 10-12 μm . 4-8 pequeños cloroplastos, parietales, discoides, verde-amarillentos.

Distribución en el mundo: Estados Unidos; Suecia; Canadá (Novelo, 1998).

Fue una especie esporádica y poco abundante en las tres zonas y presentó su mayor abundancia en la zona 2, en el mes de agosto de 1996. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Clase Cyanophyceae, Orden Nostocales.

Anabaena sp., figura 6 l.

Tricomas uniformemente anchos un poco atenuados hacia los ápices. Presentan un heterocito generalmente intercalar; no observamos acinetos. Los

tricomas siempre semicirculares y con muy pocas células. Dimensiones: células de 5 μm de diámetro; heterocitos de 6.6-7 μm de diámetro.

Fue una especie esporádica y poco abundante; presentó su mayor abundancia en la zona 1, en el mes de junio de 1997. Su distribución sólo fue observada a 1m de profundidad.

Anabaena cf. portoricensis Gardner, figura 7 a.

Células esféricas, comprimidas en los polos. Usualmente las células terminales son más pequeñas que las restantes del tricoma y además anchamente cónicas. Siempre fueron observados filamentos con más de 5 células, con un heterocito. Hay una gran similitud morfológica de las poblaciones de Zempoala con las de *A. portoricensis* (Gardner, 1927) de Puerto Rico sin embargo, hemos preferido aplicar el epíteto con cautela porque Gardner (1927) describe las poblaciones portorricenses creciendo en canales, lo que no corresponde con exactitud con las de Zempoala (*i.e.* planctónicas). Dimensiones: 6-7.5 de largo x 7-8 μm de ancho. Heterocito semiesférico 8-11 μm de largo y 9-10.5 μm de ancho.

Distribución en el mundo: Puerto Rico (creciendo en canales) (Gardner, 1927; Geitler 1935).

Fue una especie esporádica en las tres zonas, no siempre abundante; la mayor abundancia se observó en la zona 1, en el mes de octubre de 1996. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Orden Chroococcales, Familia Chroococcaceae.

Microcystis protocystis Crow, figura 7 b, c.

Colonias irregulares con un mucílago confluyente. Células numerosas, esféricas, de color verdeazul muy pálido; dispuestas a veces laxamente, a veces compactas. Dimensiones: células de 2.6-4 x 1.6-2.4 μm .

Distribución en el mundo: India (Desikachary, 1959); Argentina (Novelo, 1998).

Fue una especie esporádica, poco abundante en las tres zonas y presentó su mayor abundancia en la zona 1, en el mes de mayo de 1996. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Clase Bacillariophyceae, Orden Pennales, Familia Fragilariaceae.

Asterionella formosa Hass, figura 7 f.

Colonias con 6 células, cuando hubo numerosas células, mostraron un aspecto de ramillete. Valvas lineares con ápices capitados, con la parte final unida al otro frústulo de la colonia. Pseudorrafe muy estrecha, a menudo indistinta. Frecuentemente se observaron las Dimensiones: 64-67.5 x 2-3.5 μm .

Distribución en el Mundo: Estados Unidos (Patrick y Reimer, 1966); España y Reino Unido (Novelo, 1998). Esta especie es típica del plancton (Patrick y Reimer, 1966), muy a menudo en aguas mesotróficas o eutróficas y aparentemente no se encuentra en regiones tropicales. Su presencia en el Lago Zempoala podría explicarse porque la temperatura del agua es en general baja y solamente en el verano suele ser de 25° C. Esto coincide con muchos lagos de latitudes templadas, que alcanzan esa temperatura en el epilimnion durante el verano.

Fue la especie dominante del lago y presentó su mayor abundancia en las zonas 2 y 3, en el mes de junio de 1996. Estuvo presente en las tres zonas. Registrada en toda la columna de agua.

Fragilaria crotonensis Kitton, figura 7 h.

Frústulos anchos en el centro y atenuados al final. Los frústulos se unen en la porción media característica de la especie. Valvas linear- lanceoladas; ápice capitado, pseudorrafe indistinta. El área central usualmente rectangular, extendida al margen de las valvas. Dimensiones: 68.2-74.5 x 2-3.48 μm , 8-9 estrías en 10 μm . Frecuentemente en colonias con 5 células y rara vez observamos células solitarias.

Distribución en el Mundo: Especie planctónica, muy distribuida en aguas mesotróficas. Estados Unidos (Patrick y Reimer, 1966); Europa, Asia, África y Bolivia, (Novelo, 1998).

Esta especie presentó su mayor abundancia en la zona 3, en el mes de junio de 1996. Fue registrada en toda la columna de agua del lago, abundante durante todas las recolectas y en las tres zonas.

Synedra ulna Nitzsch.

Valvas solitarias. Frústulo linear, raramente cóncavo en la mitad, ligeramente atenuados en los ápices que son rostrados. Sin área central. Dimensiones: 72.6-78.2 x 2.6-4 μm , 17-19 estrías en 10 μm .

Distribución en el Mundo: España (Aboal y Llimona, 1984); Europa Central (Krammer y Lange-Bertalot, 1991a); Norte América (Sheath y Cole, 1992).

Esta especie presentó su mayor abundancia en la zona 2, en el mes de mayo de 1996. Poco abundante, registrada en toda la columna de agua, presente sólo en las zonas 2 y 3 de este lago, de manera esporádica.

Orden Naviculales, Familia Naviculaceae.

Gomphonema acuminatum Ehrenberg, figura 7 e.

Valva triondulada, ápice agudo, polo basal recto; rafe ligeramente sinuada, estrías radiales hacia el centro. El área central puede tener una o más estrías más cortas, con un estigma cerca del final de la estría media. Dimensiones: 55-57.2 x 15.2-17 μm , 9-10 estrías en 10 μm .

Distribución en el Mundo: Estados Unidos (Patrick y Reimer, 1966); Europa; Irán (Novelo, 1998).

Fue una especie esporádica de poca abundancia en las tres zonas y presentó su mayor abundancia en la zona 3, en el mes de junio de 1997. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Gomphonema affine Kützing, figura 7 d.

Valva lanceolada con un ápice obtuso. Área axial bien definida. La estría media corta. Estrías radiadas a lo largo de toda la valva, pero paralelas cerca de la base. Dimensiones: 60-63.2x 10.5-13 μm ; 11-12 estrías en 10 μm .

Distribución en el Mundo: Estados Unidos (Patrick y Reimer, 1966); Argentina y Europa Central (Novelo, 1998).

Fue una especie esporádica, en general poco abundante, presente sólo en las zonas 2 y 3. Presentó su mayor abundancia en la zona 2, en mayo de 1996. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Frustulia rhomboides (Ehr.) De Toni var. *capitata* (A. Mayer) Patrick.

Valva linear lanceolada con ápices claramente capitados. Costillas silicosas, estrechas en el centro de la valva, que encierran a una rafe angosta, ensanchada hacia el centro de la valva. Dimensiones: 41.2-45.3 x 11.2-14.7 μm ; 22-25 estrías en 10 μm .

Distribución en el Mundo: Estados Unidos (Patrick y Reimer, 1966).

Fue esporádica y poco abundante. Se presentó sólo en las zonas 2 y 3 y su mayor abundancia fue en la zona 2, en el mes de mayo de 1996. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Familia Nitzschiaceae.

Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow in Cleve et Grunow Sec. (Lanceolatae).

Valvas lanceoladas, linear lanceoladas a lineares con ápices ligeramente alargados, agudos, redondeados y ligeramente capitados. En la parte media de la rafe, márgenes ligeramente cóncavos; estrías punteadas paralelas, generalmente 2 por fíbula; fibulas cortas irregularmente dispuestas y con un nódulo central evidente. Dimensiones: 20.1-22.4 x 3-4.6 μm , 16-19 estrías en 10 μm .

Distribución en el Mundo: Cosmopolita (Kramer y Lange Bertalot, 1998; Novelo, 1998).

Su presencia fue esporádica y poco abundante en las tres zonas y presentó su mayor abundancia en la zona 2, en el mes de agosto de 1996. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Familia Epithemiaceae

Epithemia turgida (Ehr.) var. *granulata* (Ehr.) Brun. figura 7 g.

Valva linear casi recta o moderadamente convexa en el margen dorsal, margen ventral cóncavo. Ápices capitados en el lado dorsal de la valva. La rafe a menudo aparente y en la porción media de la valva está curvada hacia el margen dorsal. Dos o tres hileras de alvéolos entre costillas. La rafe ocupa $\frac{3}{4}$ partes del ancho de la célula. Presenta 9 hileras de alvéolos en 10 μm , 4-5 costillas en 9.5

μm y 10 alvéolos en 1 hilera. Sus extremos están capitados. Dimensiones: 46-57 x 283-299 μm .

Distribución en el Mundo: Cosmopolita (Patrick y Reimer, 1966; Kramer y Lange-Bertalot, 1998).

Fue una especie esporádica de poca abundancia y sólo se presentó en las zonas 1 y 2. Presentó su mayor abundancia en la zona 3, en el mes de junio de 1997. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

Orden Achnanthes, Familia Achnantheaceae.

Achnanthes minutissima Kützing.

Valva linear lanceolada, con los lados ligeramente convexos y los ápices redondeados, subrostrados. La vista conectiva es angular. Las estrías son rectas en dirección a la rafe, pero en la valva con rafe, son radiales en el centro, y el área axial y central estrechas. En la valva sin rafe no se presenta herradura intervalvar. Dimensiones: 9.2-11.8 x 3.3-3.6 μm . Aunque los frústulos estaban completos, frecuentemente se observaron células sin contenido.

Distribución en el Mundo: Cosmopolita (Krammer y Lange-Bertalot, 1991b; Novelo, 1998).

Fue una especie esporádica y poco abundante en las tres zonas y presentó su mayor abundancia en la zona 2, en el mes de junio de 1996. Registrada en este lago en toda la columna de agua.

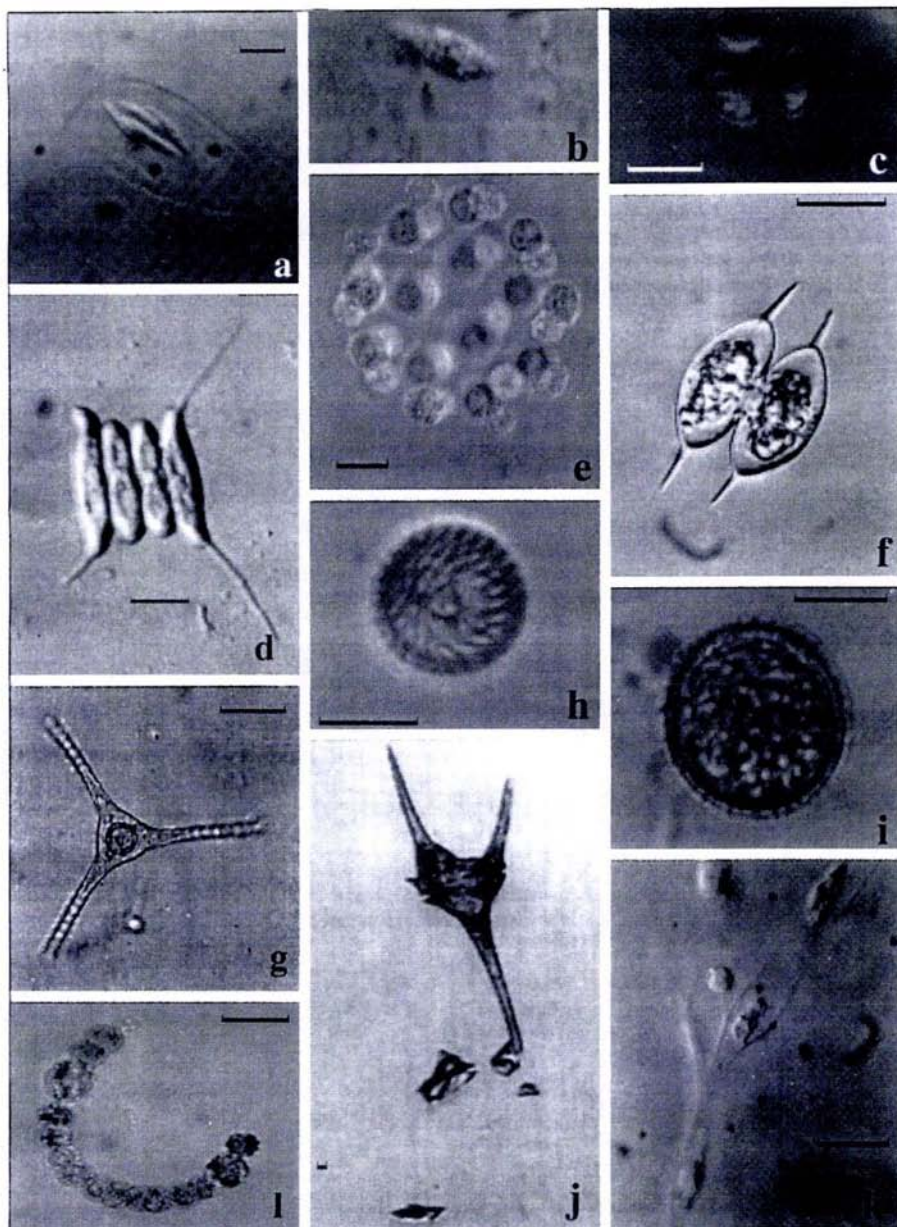


Figura 5. a-b) *Gregiochloris lacustris* Marvan, Komárek et Comas; c) *Oocystis marssonii* Lemmermann; d) *Scenedesmus opoliensis* Richter var. *mononensis* Choda; e) *Pandorina smithii* Chodat; f) *Arthrodesmus convergens* Ehrenberg ex Ralfs; g) *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *planctonica* (Lütkeim) Teilim; h) *Trachelomonas stokesiana* palmer; i) *Trachelomonas hispida* Perty Stein emend. Deflandre; j) *Cerialium hirundinella* (O. F. Müller) Dujardin non Schrank; k) *Dinobryon sociale* var. *americanum* (Brunnthaler) Bachmann; l) *Anabaena* sp. Bory. La barra equivale a 10 μ m.

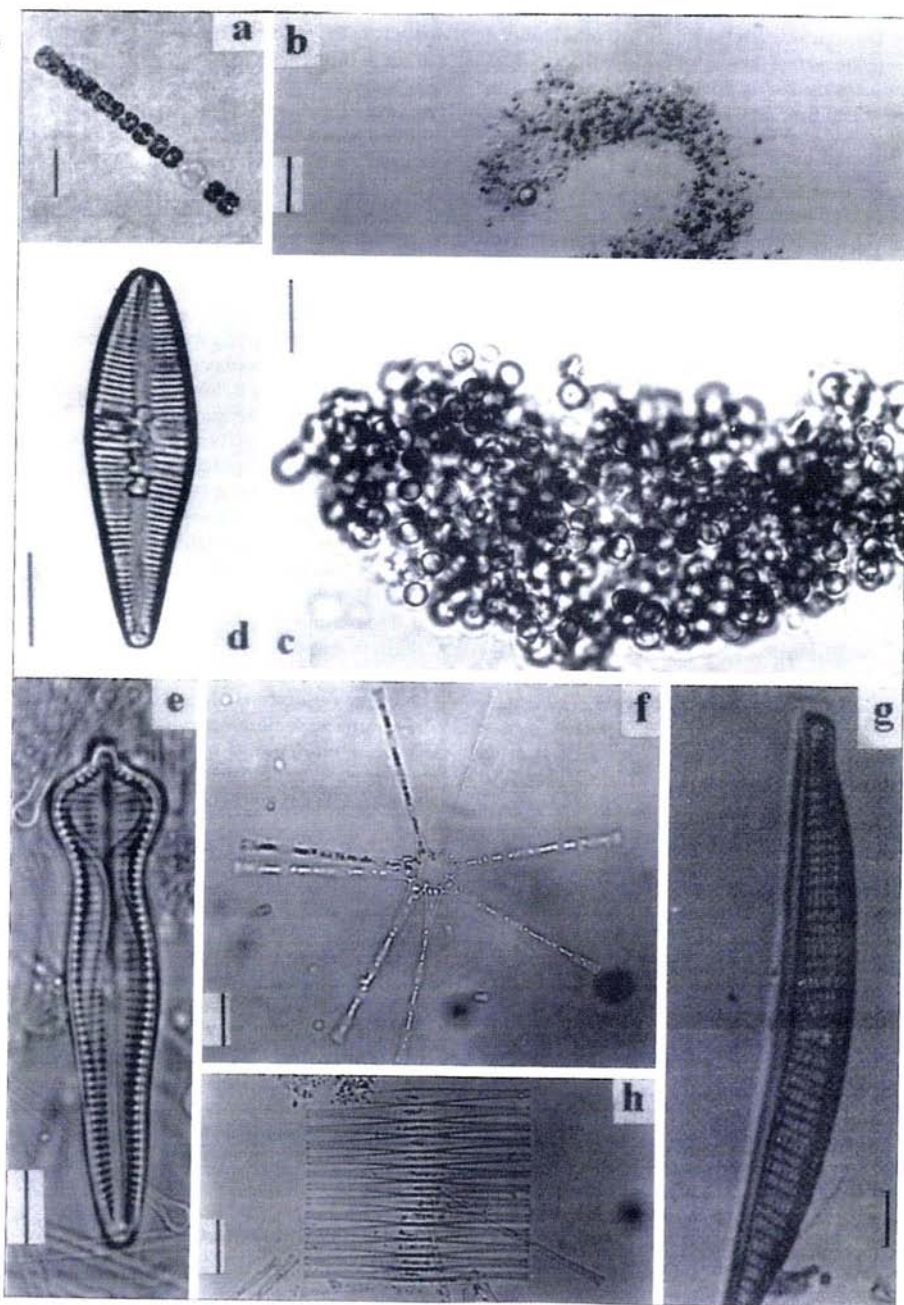


Figura 6. a) *Anabaena* cf. *portoricensis* Gardner; b c) *Microcystis protocystis* Crow; d) *Gomphonema affine* Kützing; e) *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg; f) *Asterionella formosa* var. *formosa* Hass; g) *Epithemia turgida* (Ehrenberg) var. *granulata* (Ehr.) Brun; h) *Fragilaria crotonensis* Kitton. La barra equivale a 10 μ m.

Apéndice 2. DENSIDADES DEL FITOPLANCTON DE LA ESTACIÓN 1 DEL LAGO ZEMPOALA (org./l)

ESPECIE	ABRIL/96			MAYO/96			JUNIO/96					
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0
<i>Greggiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0	72	0	144	72	0	72	144	72	0	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	72	288	72	72	0	0	0	504	0	0	72	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0
var. <i>mononenensis</i>												
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subturnidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
var. <i>subturnidum</i>												
<i>Staurastrum sebaldi</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	0	432	0	0	0	0	144	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	144	144	72	144	288	144	288	72	504	576	864	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	72	72	0	72	72	0	72	216	72	144	144	0
<i>Peridinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	72	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>	216	144	0	0	360	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	360	0
<i>Anabaena</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	72	0	0	144	288	144	288	72	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	72	432	360	6840	792	216	864	2736	15120	41832	23760	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0	0	0	72	288	72	648	576	360	576	1080	0
<i>Synedra ulna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epithemia turgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	144	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	OCTUBRE/96			NOVIEMBRE/96			DICIEMBRE/96		
	SUP.	1.0	2.5	SUP.	1.0	2.5	SUP.	1.0	2.5
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	72	216	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0	0	0	0	72	72	0	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	72	0	72	72	0	72	144
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0	0	0	0	0	0	144	0	0
var. <i>mononensis</i>									
<i>Pandora smithii</i>	0	72	144	72	0	72	0	0	0
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subitumidum</i>	144	0	0	0	0	0	0	0	0
var. <i>subitumidum</i>									
<i>Staurostrum sebaaldi</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	0	72	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	144	0	144	0	288	72	792	216	288
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	216	72	0	0	72	0	0
<i>Pendinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>	0	72	0	216	648	1080	144	72	144
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	6912	5616	4824	4248	0	0	0	0	216
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	3816	4464	11880	4104	19224	27504	20016	5904	8784
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0	0	0	144	72	0	72	0	0
<i>Synedra ulna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	72	72	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epithemia furgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	216	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	ENERO/97			FEBRERO/97			MARZO/97					
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	530	0	144	144	288	0	0	0	0	72
<i>Oocystis marssonii</i>	0	0	0	0	0	0	72	0	432	72	0	72
<i>Monoraphidium graffii</i>	244	216	360	0	432	648	1224	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
var. <i>mononenensis</i>												
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subitumidum</i>	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0
var. <i>subitumidum</i>												
<i>Staurastrum sebaldi</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	144	72	216	144
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0	72	72	72	0	432	360	0	144	360	288	648
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0	0	72	288	72	0	72	0	288
<i>Peridinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	792	432	0	0	216	432	0	288	216	144	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>porfioricensis</i>	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	6840	18576	26208	216	3456	5976	22032	216	13384	2736	4248	7992
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0	216	0	0	0	0	0	0	216	0	288	288
<i>Synedra ulna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphocnema acuminatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	144	0	0	0	0	0	72	0
<i>Epithemia turgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	ABRIL/97			MAYO/97			JUNIO/97					
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	72	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	144	144	216	0	216	72	216	0	72	216	216	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subitumidum</i> var. <i>subitumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	0	0
<i>Staurostrum sebaldi</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	0	0	0	72	0	0	72	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	72	0	0	72	0	244	720	360	0	72	936	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0	0	0	288	72	0	72	360	0
<i>Peridinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	144	0	216	72	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	144	0	504	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>ameriacana</i>	72	216	0	72	216	0	1512	936	0	0	72	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	648	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	576	360	432	216	1224	576	864	216	792	2592	288	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	72	0	0	0	144	72	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	7056	7920	4320	5040	7848	4824	25632	5976	17496	38664	9288	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>Crotonensis</i>	0	216	360	72	144	72	288	72	72	144	144	0
<i>Synedra ulna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	72	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	0
<i>Epithemia turgida</i> var. <i>Granulata</i>	0	0	72	0	0	0	216	0	0	72	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>Minutissima</i>	0	0	0	0	0	0	72	216	0	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	JULIO/97			
	SUP.	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	72	144	72	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	0	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0	0	0	0
<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>subtumidum</i>	0	0	13464	0
<i>Staurastrum sebaldi</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	72	0	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0	72	0	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	72	0
<i>Peridinium</i> sp	72	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	72	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>	0	0	0	0
<i>Tribonema bombicinum</i>	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> sp	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	504	216	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	4454	13968	2232	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	216	288	0	0
<i>Synedra ulna</i>	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0
<i>Epithemia turgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0
<i>Achnantes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0

Apéndice 2. DENSIDADES DEL FITOPLANCTON DE LA ESTACIÓN 2 DEL LAGO ZEMPOALA (org./l).

ESPECIE	ABRIL/96				MAYO/96				JUNIO/96			
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	360	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	144	0	0	72	72	144	144	0	72	216	72	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	144	0	72	144	0	288	216	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
var. <i>mononensis</i>												
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subtumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
var. <i>subtumidum</i>												
<i>Staurostrum sebaldi</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	216	72	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	72	0	216	144	216	288	360	360	720	216	1152	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	144	72	0	144	72	144	216	72	720	0
<i>Peridinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>	144	0	0	0	360	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	216	0	0	360	0	0	0	0	72	144	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	144	432	360	504	360	1368	1728	360	23904	26856	19512	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0	0	0	360	216	216	0	0	504	432	216	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	0	0	0	0	0	0	648	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Frustulia rhomboidea</i> var. <i>capitata</i>	144	0	0	0	0	216	0	0	0	0	0	0
<i>Epithemia turgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	216	0	216	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	ENERO/97			FEBRERO/97			MARZO/97					
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	288	144	0	0	72	360	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	288	792	288	0	216	288	504	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subitumidum</i> var. <i>subitumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum sebaldi</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	0	144	0	0	0	72	216	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	288	0	72	72	216	144	288	72	0	72	864	1152
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0	0	0	288	0	0	72	360	648
<i>Pendinium</i> sp	0	0	0	0	216	216	504	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	432	0	0	72	0	0	0	72	72	72
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	72	72	72	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	144	0	144	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>Formosa</i>	10080	16344	18720	792	32256	9360	10440	216	1152	3888	3312	5184
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>Crotonensis</i>	72	0	72	72	360	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	72	0	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	72	0	72	0	0	0	0	0
<i>Frustulia rhombooides</i> var. <i>Capitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epithemia lurgida</i> var. <i>Granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>Minutissima</i>	0	0	0	0	144	0	72	0	0	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	ABRIL/97			MAYO/97			JUNIO/97					
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0	72	0	0	3384	0	504	0
<i>Oocystis marssonii</i>	72	0	144	0	72	360	0	0	432	648	72	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0	144	0	0	0	0	0	216	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	72	72	72	0
var. <i>mononensis</i>												
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	432	0	0
<i>Cosmarium subulumidum</i>	1440	0	288	0	72	37152	0	0				
var. <i>subulumidum</i>												
<i>Staurastrum sebaldi</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	0	0	144	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	144	216	0	72	0	0	0	0	0	144	0	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	72	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0
<i>Peridinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>	0	0	72	1008	72	360	0	432	0	0	0	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	648	504	360	288	72	144	72	72	0	144	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	144	0	144	72	0	72	0	0	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	7740	7272	9504	7488	3024	19728	2304	6840	11304	70848	16056	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0	216	144	216	216	288	0	72	72	936	216	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>capitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epithemia turgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	JULIO/97			
	SUP.	1.0	2.5	5.0
<i>Gregochloris lacustris</i>	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0	216	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0	0	0	0
var. <i>mononensis</i>				
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	72	0
<i>Cosmarium subtumidum</i>	0	0	144	0
var. <i>subtumidum</i>				
<i>Staurastrum sebaldi</i> var.	0	0	0	0
ornatum f. <i>planctonica</i>				
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0	0	144	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0
<i>Peridinium</i> sp	0	72	72	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	72	72	72	0
<i>Dinobryon sociale</i> var.	0	0	0	0
<i>americanum</i>				
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	72	360	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	72	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var.	864	7560	12744	0
<i>formosa</i>				
<i>Fragilaria crotonensis</i> var.	288	360	360	0
<i>crotonensis</i>				
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0
<i>Frustulia rhomboides</i> var.	0	0	0	0
<i>capitata</i>				
<i>Epithemia turgida</i> var.	0	0	0	0
<i>granulata</i>				
<i>Achnanthes minutissima</i>	0	0	0	0
var. <i>minutissima</i>				

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	JULIO/96			AGOSTO/96			SEPTIEMBRE/96					
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0
<i>Greggiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0	0	72	0	144	72	0	0	72	0	0	0
<i>Monoraphidium graffii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opollensis</i> var. <i>mononensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>subtumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum sebaldi</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	0	216	0	0	0	72	0	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0	648	288	0	504	648	0	0	72	72	0	432
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	288	144	0	288	648	0	0	72	0	72	0
<i>Pentidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	648	144	1512	144
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	792	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0	72	1512	72	0	0	0	216	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	2376	23760	9504	0	3312	6912	7056	0	1296	1368	576	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	72	216	0	0	0	144	72	0	144	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>capitata</i>	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	72	0	0	360	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	SUP.	JULIO/97			
		1.0	2.5	5.0	
<i>Gregochloris lacustris</i>	0	0	0	0	
<i>Oocystis marssonii</i>	72	0	0	0	
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0	0	
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0	0	0	0	
var. <i>mononensis</i>					
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	
<i>Cosmarium subitumidum</i>	0	0	72	0	
var. <i>subitumidum</i>					
<i>Staurastrum sebaldi</i> var.	144	0	0	0	
<i>ornatum</i>					
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	72	0	72	0	
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	72	0	
<i>Perdinium</i> sp	144	72	0	0	
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	
<i>Dinobryon sociale</i> var.	0	0	0	0	
<i>americanum</i>					
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	576	0	288	0	
<i>Microcystis protocystis</i>	216	0	0	0	
<i>Asterionella formosa</i> var.	6912	8064	4824	0	
<i>formosa</i>					
<i>Fragilaria crotonensis</i> var.	576	504	216	0	
<i>crotonensis</i>					
<i>Gomphonema acuminatum</i>	72	0	0	0	
<i>Gomphonema affine</i>	0	0	0	0	
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	
<i>Frustulia rhomboidea</i> var.	0	0	0	0	
<i>capitata</i>					
<i>Achnanthes minutissima</i>	0	0	0	0	
var. <i>minutissima</i>					

Apéndice 2. BIOMASA DEL FITOPLANCTON DE LA ESTACIÓN 1 DEL LAGO ZEMPOALA ($\mu\text{g/l}^{-1}$).

ESPECIE	ABRIL/96				MAYO/96				JUNIO/96			
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0
	<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0	0.0012	0	0.0024	0.0012	0	0.0012	0.0024	0.0012	0	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0.0007	0.0030	0.0007	0.0007	0	0	0	0.0052	0	0	0.0007	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0034	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>subtumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum sebaljii</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	0	0.0694	0	0	0	0	0.0231	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0.0254	0.0254	0.0127	0.0254	0.0508	0.0254	0.0508	0.0127	0.0890	0.1017	0.1526	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0.0411	0.0411	0	0.0411	0.0411	0	0.0411	0.1234	0.0411	0.0822	0.0822	0
<i>Pendinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9776	0	0.9776	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>	0.0134	0.0089	0	0	0.0224	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0237	0	0	0.1187	0
<i>Anabaena</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0.1134	0	0	0.2268	0.4537	0.2268	0.4537	0.1134	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	0.0122	0.0732	0.0610	1.1594	0.1291	0.0366	0.1464	0.4637	2.5629	7.0909	4.0275	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0	0	0	0.0286	0.1147	0.0286	0.2581	0.2295	0.1434	0.2295	0.4303	0
<i>Synedra ulna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0.0484	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ephitemia turgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0005	0	0	0.0010	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	OCTUBRE/96			NOVIEMBRE/96			DICIEMBRE/96					
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0	0.1028	0.3086	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0	0	0	0	0	0.0012	0.0012	0	0	0	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0.0007	0	0	0.0007	0.0007	0	0	0.0007	0.0015	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0069	0	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0.0036	0.0073	0.0036	0	0	0.0036	0	0	0	0	0
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subutumidum</i> var. <i>subutumidum</i>	0.0743	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum sebaidii</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>plantonica</i>	0	0.0115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0.0254	0	0.0254	0	0.0508	0.0127	0.0127	0.1399	0.0381	0.0508	0.0127	0.0127
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0.1234	0.0411	0	0	0.0411	0	0	0	0
<i>Peridinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>	0	0.0044	0	0	0.0134	0.0404	0.0673	0.0089	0.0044	0.0314	0.0044	0.0044
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	1.3828	1.1235	1.1235	0.8498	0	0	0	0	0	0	0.0432	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	0.6468	0.7566	2.0137	0.6956	3.2586	4.6621	3.3928	1.0007	1.6476	2.2212	1.4889	1.0007
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0	0	0	0.0573	0.0286	0.0286	0	0.0286	0	0	0	0
<i>Synedra ulna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0.0242	0.0242	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ephitemia turgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	0.0016	0	0	0	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	ENERO/96				FEBRERO/96				MARZO/96			
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0	0	0	0	0	0	0.0012	0	0.0072	0.0012	0	0.0012
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0.0025	0.0022	0.0037	0	0.0067	0.0127	0.0075	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>subtumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0.0371	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum seballdi</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0231	0.0115	0.0347	0.0231
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0	0.0127	0.0127	0.0127	0	0.0763	0.0636	0	0.0254	0.0636	0.0508	0.1145
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0	0	0.0411	0.1645	0.0411	0	0.0411	0	0.1645
<i>Peridinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	10.7536	5.8656	0	0	2.9328	5.8656	0	3.9104	2.9328	1.9552	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0044	0	0	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	0	0	0	0	0	0.0144	0	0	0	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	1.1594	3.4487	4.4424	0.0366	0.5858	1.0129	3.7346	0.0366	2.2687	0.4637	0.7200	1.3547
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0	0.0860	0	0	0	0	0	0	0.0860	0	0.1147	0.1147
<i>Synedra ulna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0242	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ephemia turgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	0.0005	0	0	0	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	ABRIL/97				MAYO/97				JUNIO/97			
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP.	1.0	2.5	5.0
<i>Gregoichlois lacustris</i>	0	0.1028	0	0	0	0.1028	0	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0.0024	0.0024	0.0036	0	0.0036	0	0.0012	0.0036	0	0.0012	0.0036	0
<i>Monoraphidium graffii</i>	0	0	0	0	0	0	0.007	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>monensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarion subitumidum</i> var. <i>subitumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0743	0	0
<i>Staurastrum sebalii</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>plantonica</i>	0	0	0	0	0	0	0.0115	0	0	0.0115	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0.0127	0	0	0.0127	0	0.0431	0.1272	0.0636	0	0.0127	0.1654	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0	0	0	0.1645	0.0411	0	0.0411	0.2057	0
<i>Pendinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0.9348	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	1.9552	0	6.8432	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>	0.0044	0.0134	0	0.0044	0.0134	0	0.0943	0.0583	0	0	0.0044	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0687	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0.1152	0.0720	0.0864	0.0432	0.2448	0.1152	0.1728	0.0432	0.1584	0.5185	0.0576	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0.1134	0	0	0	0.2268	0.1134	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	1.1960	1.3425	0.7322	0.8543	1.3303	0.8177	4.3448	1.0129	2.9657	6.5538	1.5743	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>Crotonensis</i>	0	0.0860	0.1434	0.0286	0.0573	0.0286	0.1147	0.0286	0.0286	0.0573	0.573	0
<i>Synedra ulna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0	0.0242	0	0	0	0	0.0242	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0043	0
<i>Epithemia turgida</i> var. <i>Granulata</i>	0	0	0.1653	0	0	0	0.4959	0	0	0.1653	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>Minutissima</i>	0	0	0	0	0	0	0.0005	0.0016	0	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	JULIO/97				
	SUP.	1.0	2.5	5.0	
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0.0012	0.0024	0.0012	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0	0	0	0	0
var. <i>mononensis</i>					
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0
<i>Arthrodesmus convergens</i>	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subtumidum</i>	0	00	6.9472	0	0
var. <i>subtumidum</i>					
<i>Staurastrum sebaldii</i> var.	0.0115	0	0	0	0
ornatum f. <i>plantonica</i>					
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0	0.0127	0	0	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0.0411	0	0
<i>Peridinium</i> sp	0.4674	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0.9776	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var.	0	0	0	0	0
<i>americana</i>					
<i>Tribonema bombicinum</i>	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> sp	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	0.1008	0.0432	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var.	0.7566	2.3677	0.3783	0	0
<i>formosa</i>					
<i>Fragilaria crotonensis</i> var.	0.0860	0.1147	0	0	0
<i>crotonensis</i>					
<i>Synedra ulna</i>	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0
<i>Ephitemia turgida</i> var.	0	0	0	0	0
<i>granulata</i>					
<i>Achnantes minutissima</i> var.	0	0	0	0	0
<i>Minutissima</i>					

Apéndice 2. BIOMASA DEL FITOPLANCTON DE LA ESTACIÓN 2 DEL LAGO ZEMPOALA ($\mu\text{g/l}^{-1}$).

ESPECIE	ABRIL/96			MAYO/96			JUNIO/96					
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0.5144	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0.0024	0	0	0.0012	0.0012	0.0024	0.0024	0	0.0012	0.0036	0.0012	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0.0015	0	0.0007	0.0015	0	0.0030	0.0022	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subutumidum</i> var. <i>subutumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum sebaldii</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planntonica</i>	0	0	0	0.0347	0.0115	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0.0127	0	0.0381	0.0254	0.0381	0.0508	0.0636	0.0636	0.1272	0.0381	0.2035	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0.0822	0.0411	0	0.0822	0.0411	0.0822	0.1232	0.0411	0.4110	0
<i>Peridinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>	0.0089	0	0	0	0.0324	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0.3404	0	0	0.5671	0	0	0	0	0.0113	0.2268	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	0.0244	0.0732	0.0610	0.0854	0.0610	0.2318	0.0239	0.0610	4.0519	4.5523	3.3074	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0	0	0	0.1434	0.0860	0.0860	0	0	0.2008	0.1721	0.0860	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	0	0	0	0	0	0	0.1791	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ephitemia turgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0016	0	0.0016	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	ENERO/97				FEBRERO/97				MARZO/97			
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0.4115	0.2057	0	0	0.1028	0.5144	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0024	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0.0030	0.0082	0.0030	0	0.0022	0.0030	0.0052	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononenis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>subtumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum sebalii</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>plantonica</i>	0	0	0	0	0.0231	0	0	0	0.0115	0.0347	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0.0508	0	0.0127	0	0.0381	0.0254	0.0508	0	0	0.0127	0.1526	0.2035
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0	0	0	0.1645	0	0	0.0411	0.2057	0.3702
<i>Peridinium</i> sp	0	0	0	0	1.4023	1.4023	3.2720	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	5.8656	0	0	0.9776	0	0	0	0.9776	0.9776	0.9776
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0044	0.0044	0.0044	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	0.2288	0.2288	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0	0	0	0.0113	0	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	1.7086	2.7704	3.1732	0.5614	5.4676	1.5866	1.7696	0	0.1952	0.6590	0.5614	0.8787
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0.0286	0	0.0286	0	0.1434	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0.0242	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	0.0199	0	0.0995	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Frustulia rhomboidea</i> var. <i>capitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ephitemia turgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0	0.1653	0	0.1653	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0.0011	0	0.0005	0	0	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	ABRIL/97					MAYO/97					JUNIO/97					
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0	0.1028	0	0	4.8361	0	0	0	0.7202	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0.0012	0	0.0024	0	0.0012	0.0060	0	0	0.0072	0.0108	0	0	0.0012	0	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0	0.0015	0	0	0	0	0	0.0022	0	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononenis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0034	0.0034	0	0	0.0034	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0220	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>subtumidum</i>	0.7430	0	0.1486	0	0.0371	19.1700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum sebaldii</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>plantonica</i>	0	0	0	0	0	0.0231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0.0254	0.0381	0	0.0127	0	0	0	0	0	0.0254	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0.0411	0	0	0	0	0	0	0	0.0411	0	0	0	0	0	0
<i>Pendinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4674	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>	0	0	0.0044	0.0628	0.0044	0.0628	0	0.0269	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0.1296	0.1008	0.0720	0.0576	0.0144	0.0288	0.0144	0.0144	0	0.0288	0	0	0	0.0288	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0.0015	0	0	0	0	0	0.0022	0	0	0	0.0022	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	1.3119	1.2326	1.6110	1.2692	0.5125	3.3440	0.3905	1.1594	1.9161	12.0093	2.7216	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0	0.0860	0.0573	0.0860	0.0860	0.1147	0	0.0286	0.0286	0.3729	0.0860	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0199	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0456	0.0217	0.0195	0	0	0	0	0
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>capitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ephitermia turgida</i> var. <i>granulata</i>	0	0	0	0	0	0.1653	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0005	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	JULIO/97			
	SUP.	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0	0.0036	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0	0	0	0
var. <i>mononensis</i>				
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0.0036	0
<i>Cosmarium subulumidum</i>	0	0	0.0742	0
var. <i>subulumidum</i>				
<i>Staurastrum sebaldii</i> var.	0	0	0	0
ornatum f. <i>plantonica</i>				
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0	0	0.0254	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0
<i>Peridinium</i> sp	0	0.4674	0.4674	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0.9776	0.9776	0.9776	0
<i>Dinobryon sociale</i> var.	0	0	0	0
<i>americana</i>				
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	0.0144	0.0720	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0.0113	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var.	0.1464	1.2814	2.1602	0
<i>formosa</i>				
<i>Fragilaria crotonensis</i> var.	0.1147	0.1434	0.1434	0
<i>crotonensis</i>				
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0
<i>Frustulia rhomboides</i> var.	0	0	0	0
<i>capitata</i>				
<i>Ephitemia turgida</i> var.	0	0	0	0
<i>granulata</i>				
<i>Achnanthes minutissima</i>	0	0	0	0
var. <i>minutissima</i>				

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	JULIO/96				AGOSTO/96				SEPTIEMBRE/96			
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0	0	12	0	0.0024	0.0072	0	0.0072	0	0.0072	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subutumidum</i> var. <i>subutumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum sebalidii</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	0	0.0347	0	0	0.0115	0	0	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0	0.1145	0.0508	0	0.0890	0.1145	0	0.0127	0.0127	0	0.0763	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0.1645	0.0822	0	0.1645	0.3702	0	0.0411	0	0.0411	0	0
<i>Peridinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0404	0.0089	0.0943	0.0089	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0.2612	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0288	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0	0.1134	2.3820	0.1134	0	0	0	0.3402	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	0.4027	4.0275	1.6110	0	0.5614	1.1716	1.1960	0	0.2196	0.2318	0.0976	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0.0286	0.0860	0	0	0	0.0573	0.0286	0	0.0573	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Frustulia rhomboidea</i> var. <i>capitata</i>	0	0	0	0	0.0235	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	0.0005	0	0	0.0027	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	ABRIL/97			MAYO/97			JUNIO/97					
	SUP.	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0	SUP	1.0	2.5	5.0
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0.1028	0	0.2057	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0.0012	0.0048	0	0.0012	0	0.0024	0.0012	0.0012	0.0048	0.0060	0.0036	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	0	0	0	0	0	0	0.0139	0	0	0.0074	0	0
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subutumidum</i> var. <i>subutumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0.1406	0.0743	0.2229	0	0	0
<i>Staurastrum sebaldfii</i> var. <i>ornatum</i>	0	0	0	0	0	0	0.0115	0	0	0	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0	0	0	0.0508	0	0	0.0127	0	0.0508	0.0763	0.0763	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0.0822	0	0	0	0	0	0	0.0411	0
<i>Peridinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	1.4023	0	0.4674	0.4674	0.9348	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0.9776	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>	0.0673	0.0269	0.0179	0.0449	0	0	0.0269	0.1020	0	0	0	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena cf. portoricensis</i>	0.0288	0.0576	0.1296	0	0	0.0288	0.0144	0	0.3168	0.1152	0.0144	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0.2268	0	0	0	0	0	0	0	0.2268	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	1.3191	1.1716	0.8665	2.4897	0.3539	0.6712	1.2082	1.2814	4.0397	3.6125	3.2708	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0.0573	0.1721	0.0286	0.0573	0	0	0	0.1434	0.0860	0.0286	0.3155	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0242	0.3391	0.0242	0
<i>Gomphonema affine</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0	0.0021	0.0021	0	0	0.0043	0.0043	0
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>capitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0005	0	0	0	0

Continuación Apéndice 2.

ESPECIE	JULIO/97				
	SUP.	1.0	2.5	5.0	
<i>Gregiochloris lacustris</i>	0	0	0	0	0
<i>Oocystis marssonii</i>	0.0012	0	0	0	0
<i>Monoraphidium graffithii</i>	0	0	0	0	0
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0	0	0	0	0
var. <i>mononensis</i>					
<i>Pandorina smithii</i>	0	0	0	0	0
<i>Cosmarium subtumidum</i>	0	0	0	0	0
var. <i>subtumidum</i>					
<i>Staurastrum sebaldii</i> var. <i>ornatum</i>	0.0231	0	0	0	0
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	0.0127	0	0.0127	0	0
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0.0411	0	0
<i>Peridinium</i> sp.	0.9348	0.4674	0	0	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>	0	0	0	0	0
<i>Tribonema bombycinum</i>	0	0	0	0	0
<i>Anabaena portoricensis</i>	0.1152	0	0.0576	0	0
<i>Microcystis protocystis</i>	0.3402	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	1.1716	1.3669	0.8177	0	0
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	0.2295	0.2008	0.0860	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0.0242	0	0	0	0
<i>Gomphonema affine</i>	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	0	0
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>capitata</i>	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0	0	0	0	0

Apéndice 2. DENSIDADES TOTALES POR ESTACION DE LAS ESPECIES DEL FITOPLANCTON DEL LAGO ZEMPOALA (org./l).

ESPECIE	ESTACION 1	ESTACION 2	ESTACION 3	TOTAL
<i>Gregiochloris lacustris</i>	1610	5616	1296	8522
<i>Oocystis marssonii</i>	3312	4104	2952	10368
<i>Monoraphidium graffithii</i>	4780	4392	4320	13492
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	216	432	576	1224
<i>Pandorina smithii</i>	360	720	72	1152
<i>Arthrodesmus convergens</i>	144	0	0	144
<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>subtumidum</i>	13824	39096	1080	54000
<i>Staurastrum sebaldi</i> var. <i>ornatum</i> f. <i>planctonica</i>	1728	1224	1008	3960
<i>Trachelomonas stokesiana</i>	10972	12672	14400	38044
<i>Trachelomonas hispida</i>	3096	4536	6768	14400
<i>Peridinium</i> sp	504	1224	720	2448
<i>Ceratium hirundinella</i>	3384	1152	2736	7272
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>	7920	8640	11932	28492
<i>Tribonema bombycinum</i>	792	1296	936	3024
<i>Anabaena</i> sp	648	0	0	648
<i>Anabaena</i> cf. <i>portoricensis</i>	30888	24156	28080	83124
<i>Microcystis prolucyctis</i>	1296	1944	2520	5760
<i>Asterionella formosa</i> var. <i>formosa</i>	528176	612324	587264	1727764
<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>crotonensis</i>	7488	6624	8712	22824
<i>Synedra ulna</i>	72	0	0	72
<i>Gomphonema acuminatum</i>	720	144	1368	2232
<i>Gomphonema affine</i>	0	1296	360	1656
<i>Nitzschia frustulum</i>	360	4968	504	5832
<i>Frustulia rhombooides</i> var. <i>capitata</i>	0	360	288	648
<i>Ephitemia turgida</i> var. <i>granulata</i>	360	72	0	432
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	936	864	432	2234