



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

**VARIACIÓN ESPACIO – TEMPORAL
DE LOS PROTOZOOS (PHYLUM
CILIOPHORA) DEL LAGO URBANO
TEZOMOC.**

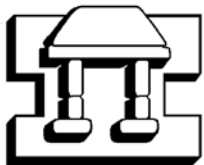
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

CLAUDIA CABRAL DORADO



IZTACALA

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Maria del Rosario Sánchez Rodríguez

Los Reyes, Iztacala, Edo. de México. 2006.



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.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Rosario Sánchez por su asesoramiento

Esta tesis se llevó a cabo en el laboratorio de protozoología del departamento de Limnología Tropical (PILT) ubicado en la Unidad de Investigación Interdisciplinaria para las Ciencias de la Salud y la Educación (UIICSE) de la FES Iztacala, UNAM, dentro del proyecto “Estudio biológico del lago urbano Tezozomoc como base para una propuesta de restauración”; apoyado por el programa PAPCA 2004 de la FES Iztacala, UNAM, que contó con el financiamiento del programa PAPIIT extraordinario 2004 con clave IX239604 de la DGAPA, UNAM; bajo la dirección de la Doctora Ma. del Rosario Sánchez Rodríguez a quien agradezco su confianza y dedicación, además por creer en mi y su apoyo incondicional.

A los profesores que revisaron este trabajo, por sus observaciones y comentarios

– GRACIAS –

- Dr. Alfonso Lugo Vázquez
- M. en C. Guadalupe Oliva Martínez
- Dra. Nandini Sarma
- Biol. Felipe de Jesús Cruz López

Y a todos los profesores que compartieron sus conocimientos a lo largo de mi formación en la FES Iztacala, en especial a:

- M. en C. Gloria Garduño Solórzano
- M. en C. Leonor Abundis Bonilla.

DEDICATORIA

A mi madre que me ha dado todo y a la UNAM que ha sido mi segundo hogar.

No tengo palabras para expresar el enorme agradecimiento hacia la gran casa matther que me acogió entre su gran comunidad.

Gracias Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala

Con todo mi respeto y admiración, un agradecimiento especial a mi madre académica por sus consejos y su confianza...

MIL GRACIAS DOCTORA

Rosario.

A mi madre por enseñarme a quitar los obstáculos del camino y por ser hoy y siempre mi amiga..... a mis hermanos y a Reby's por estar en el momento y lugar preciso SIEMPRE.

Y al eterno ausente..... Porque no!!!!!!!

No hay nada imposible, solo gente impotente.

La duda es el principio de la sabiduría.

ÍNDICE	Pág.
I.- RESUMEN	i
II.- INTRODUCCIÓN	1
III.- ANTECEDENTES	3
IV.- OBJETIVOS	5
V.- ÁREA DE ESTUDIO	6
VI.- MATERIAL Y MÉTODOS	8
VII.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
❖ RESULTADOS BIOLÓGICOS	10
❖ LIMNOLOGÍA FÍSICA Y QUÍMICA	16
a) temperatura	17
b) conductividad	19
c) pH	20
d) oxígeno disuelto	22
e) clorofila <i>a</i>	23
❖ CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS	25
VIII.- CONCLUSIONES	27
IX.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
X.- ANEXO I	35

RESUMEN

En el presente trabajo se describe la comunidad de protozoos (Phylum Ciliophora) del lago urbano Tezozomoc y su relación con los parámetros ambientales. Se estudio la variación espacio temporal a lo largo de un periodo de 6 meses (periodo de lluvias, de mayo a octubre del 2004), realizando colectas biológicas y registro de parámetros ambientales en la zona litoral y limnética.

Se determinaron 27 especies morfológicas de ciliados a lo largo del estudio. *Halteria grandinella* y *Phascolodon vorticella* fueron los organismos predominantes en más de la mitad de los muestreos; *Hastatella cf. radians*, *Monodinium balbianii*, *Coleps hirtus*, *Bursellopsis sp.*, *Bursellopsis nigricans*, y *Epystilis pigmaeum* tuvieron una menor abundancia en los muestreos.

Se presentaron tres épocas durante los muestreos: la primera abarca de mayo a agosto, la segunda más evidente en un solo muestreo (Julio, 22) en donde el pH bajó, el número de ciliados descendió, prevaleciendo aquellos ciliados que por tolerancia, morfología y/o movimiento evitaron ser consumidos por zooplancton mayor que fue abundante durante esta época *Halteria grandinella*- por ejemplo- , al igual que *Epystilis pigmaeum* (por ser epibionte); la tercer época de septiembre a octubre en donde se incrementa nuevamente el número de ciliados y se observa muy parecida a la etapa inicial.

La mayor parte del tiempo de muestreo las variables ambientales no tuvieron gran influencia sobre los organismos dado que se encontraron dentro de los intervalos de tolerancia de las especies y al hecho de que siempre hubo alimento. De echo, las correlaciones más significativas se dan entre especies que al parecer comparten el mismo alimento.

Los protozoos ciliados en el lago señalan una alta cantidad de alimento pero no de gran variedad, para permitir la presencia de bacterívoros – en su mayoría-, algunos alguívoros y pocos rapaces. Se evidencia su función como eslabones importantes de transferencia de materia y energía al resto de la cadena trófica ya que los ciliados sirvieron en su mayoría de alimento a organismos mayores al realizar el reempaquetamiento trófico. Tanto la presencia de los ciliados como la aportación de nutrimentos, principalmente fósforo y nitrógeno, son indicativos de que Tezozomoc es un lago urbano eutrófico con tendencia a hipereutrófico, dados los aportes de la planta de tratamiento y en parte de la fauna presente.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las civilizaciones humanas se han desarrollado junto a grandes lagos o ríos, los cuales son utilizados como suministro de agua potable, para la extracción de múltiples recursos e incluso para la transportación. Sin embargo, los depósitos acuáticos han sido también los receptores de las aguas de desecho generadas por las ciudades (Alcocer *et al.*, 1994).

Los lagos urbanos son especialmente vulnerables a la contaminación ya que se acelera la eutrofización de manera artificial porque en ellos se depositan desechos como aguas residuales con detergentes, residuos alimenticios, materia orgánica y fertilizantes, que se convierten en fuentes de nutrientes. El fósforo y el nitrógeno contenidos en estos, provocan en principio aumento en la producción de fitoplancton y pérdida de transparencia (lo que disminuye la fotosíntesis por la falta de luz), así como aumento en la concentración de materia orgánica y el consecuente abatimiento del oxígeno. Esta disminución del oxígeno va a provocar la muerte de organismos aerobios, el aumento de fermentaciones y el desprendimiento de gases tóxicos y malolientes como CH₄, NH₃, H₂S (Ryding *et al.*, 1992).

Estos ecosistemas acuáticos tienen gran importancia desde el punto de vista estético, como lugares para actividades recreativas, para el control de avenidas de agua y - en algunos casos - como fuentes de abastecimiento de agua para el consumo humano (Shueler y Simpson, 2001); son también ecosistemas fuertemente afectados y desequilibrados, además de que su estudio es poco frecuente (Birch y McCaskie, 1999). Muchos de ellos son artificiales y someros y presentan condiciones de contaminación y eutrofización. Debido a su importancia y a su deterioro casi completamente generalizado, diversos lagos urbanos han sido objeto de acciones de manejo y restauración (Moss, 1999).

En latitudes tropicales, donde la luz y la temperatura son relativamente constantes, las variaciones estacionales del plancton dependen del efecto de las lluvias, la sequía e incluso de la mezcla. Las fluctuaciones de la biomasa planctónica suelen ser de amplitud mayor en lagos tropicales, que en los templados; el inicio de la temporada de lluvias define el máximo crecimiento, cuya significancia depende del aporte de nutrientes de la cuenca de drenaje (Harris, 1980).

El caso del lago urbano Tezozomoc ubicado en la delegación Azcapotzalco, D.F. y cercano al municipio de Tlalnepantla, Estado de México, es llenado principalmente con aguas residuales provenientes de la planta de tratamiento “el Rosario”, al igual que los lagos de Chapultepec (Alcocer *et al.*, 1988). Estos lagos tienen un carácter eutrófico con concentraciones elevadas de nutrimentos; el deterioro que sufren estos cuerpos de agua, ha sido muy rápido debido a las actividades humanas ya que son sitios de esparcimiento muy concurridos, con un aporte de nutrimentos que se torna excesivo (instalaciones

sanitarias, comercios, basura y animales de ornato - aves -) (Margalef, 1983; Figueruelo y Marino, 2001).

En su mayoría, los elementos del zooplancton dependen del fitoplancton para su alimentación, sin embargo, algunas especies se alimentan de materia coloidal, material suspendido y en menor grado de sustancias en solución. Además, en lagos muy turbios, la depredación de los peces sobre el zooplancton puede ser no selectiva, lo que permite la persistencia de especies de gran tamaño, así como la permanencia de las pequeñas, como es el caso de muchos protozoos (Jones, 2000). La diversidad de protozoos puede ser usada para detectar y cuantificar cómo afectan los factores ambientales a los ecosistemas ya sea climáticos ó antropogénicos y que ocasionan la aparición o incremento de especies tolerantes a estos cambios y que son conocidas como especies indicadoras (Pesson, 1979; Anderson, 1987).

La presencia de los protozoos como componentes del plancton en numerosos lagos se conoce desde hace mucho tiempo (Wetzel, 1975), y aunque en el pasado no se les consideraba relevantes, ahora se sabe que éstos organismos constituyen un eslabón para la transferencia de materia y energía desde el nivel de los productores y de los detritos hasta el nivel de los consumidores mayores (metazoos). Los protozoos tienen un papel ecológico de importancia dentro del funcionamiento de un cuerpo de agua. Regulan el crecimiento de las poblaciones de bacterias, que son el grupo más importante de desintegradores (Bamforth, 1985 y Sleight, 1979); los protozoos ciliados participan en el denominado “circuito microbiano” de los ecosistemas acuáticos. Este es un circuito cerrado de transmisión de energía y nutrientes entre las bacterias, las algas y los protozoos (Finlay *et al.*, 1988).

Los protozoos de vida libre, especialmente los ciliados, son un grupo muy diverso y sobresalen por el papel que desempeñan en el funcionamiento de los ecosistemas ya que se encuentran relacionados con los ciclos de nutrientes y flujo de energía. Por otro lado los ciliados son utilizados como indicadores de contaminación orgánica de los cuerpos de agua o la condición de los suelos (Beaver y Crisman, 1989; Petz, 1997).

Así, los protozoos ciliados resultan de gran importancia dentro del funcionamiento trófico de los cuerpos de agua, y dada su diversidad trófica constituyen un eslabón para la transferencia de energía; se ha demostrado su eficiencia como regeneradores de nutrientes, como consumidores de bacterias y fitoplancton y como potencial alimento de organismos de niveles tróficos superiores: rotíferos, copépodos, cladóceros y larvas de peces (Lugo, 2000). De ahí que sea importante estudiar dónde y cómo están estos organismos, como se relacionan con el resto de la cadena trófica y qué parámetros ambientales determinan su presencia, para que quizá en el futuro se pueda controlar el proceso de enriquecimiento orgánico que se viene dando de manera tan rápida en los sistemas acuáticos, especialmente de los lagos urbanos como el Tezozomoc.

ANTECEDENTES

En México no existen muchos trabajos que involucren a los protozoos, su papel ecológico o las relaciones con otros organismos en el espacio y en el tiempo, para los diferentes cuerpos de agua que existen y que es importante estudiar. Sobre los aspectos ambientales en los cuales están involucrados, también hay poca información y menos aún, sobre su reciente papel en la cadena alimentaria acuática y más específicamente sobre su función como transmisores de energía a niveles tróficos superiores (González, 1995).

Entre las investigaciones que abarcaron algunos aspectos ecológicos sobre protozoos se encuentran las realizadas por López - Ochoterena que a partir de 1962 comenzó una serie de trabajos dedicados a estos organismos (López - Ochoterena y Barajas, 1963). En 1965 publicó su investigación sobre los ciliados mesosaprobicos de Chapultepec (López - Ochoterena 1965, 1970) en donde incluyó aspectos de sistemática, morfología y ecológicos de las especies encontradas en el Lago Viejo y en otras fuentes y pequeños cuerpos de agua del bosque de Chapultepec.

López-Ochoterena y Roure-Cane, 1970 realizaron un listado taxonómico de protozoos de vida libre de México; de todas las especies y variaciones de protozoos estudiados para México; incluye flagelados, sarcodarios y ciliados que han sido reportados para México. Consideró el catalogo de especies encontradas desde 1921 hasta 1970, en donde refiere a especies o variaciones que pertenecen al Subphylum Sarcomastigophora y al Subphylum Ciliophora. Mencionan que en el lapso de 1921 a 1979 se han determinado 429 especies y 27 variaciones correspondientes a 76 trabajos elaborados por 29 autores y colaboradores, publicada en 14 revistas de las cuales 9 son nacionales y 5 internacionales; en este artículo se citan por primera vez 40 especies o variedades.

Tomasini-Ortiz y López-Ochoterena, 1979 analizaron taxonómicamente las especies de protozoos encontradas en aguas potables de la Ciudad de México, muestrearon en 20 localidades de 13 colonias de la Ciudad de México en un periodo de 9 meses identificando 39 especies, 9 de ellas son citadas por primera vez, consideraron dos variables ambientales, temperatura y pH. Las especies de ciliados encontradas fueron *Colpoda steinii*, *Vorticela convallaria*, *Podophria fixa* y *Aspidisca lynceus*, indicadores de un ambiente mesosapróbico; por lo que el agua de esos depósitos se considera como no potable, ya que la presencia de dichas especies indica un alto contenido de material orgánico en descomposición.

Madrazo-Garibay y López-Ochoterena, 1982 realizaron una segunda lista taxonomica comentada de protozoos de vida libre de México, este análisis abarca las publicaciones aparecidas entre los años 1971 y 1980, algunas especies citadas en este segundo listado ya fueron citadas en el primero; con esta investigación bibliografica se complementa el catalogo de todas las especies y variedades de protozoos de vida libre para México. Por

tratarse de protozoos de vida libre se encuentran considerados desde el punto de vista taxonomico de lo siguiente: 87 especies de Sarcomastigoforos, de las cuales 46 son flagelados, 41 sarcodarios y 193 ciliados; dando un total de 280 especies; de las cuales 97 especies ya fueron reportadas en la primera lista taxonómica publicada en 1970; citando así 183 especies nuevas determinadas para México.

Madrazo-Garibay y López-Ochoterena, 1985 estudiaron a los protozoos ciliados de México, considerando sus características morfológicas (externas e internas) y taxonómicas de 25 especies de 2 localidades de la laguna Pom en Campeche. Todas las especies se consideran nuevas para la microfauna de México (de acuerdo a la literatura que se consulto), citan además 15 especies del mismo grupo que han sido encontradas en otras localidades de México; se hace referencia a los parámetros ambientales (salinidad, temperatura y pH) y de las 25 especies de protozoos ciliados, los clasificaron en 3 clases, 8 ordenes y 12 familias del Phylum Ciliophora.

González, 1995 determino la composición taxonómica y los cambios espaciales y temporales de la comunidad de ciliados planctónicos de los 3 lagos de Chapultepec, relacionándolo con algunos parámetros ambientales (temperatura, pH, conductividad, transparencia y oxígeno disuelto); encontrando 30 especies de ciliados (los 3 lagos comparten 20 especies), los grupos con mayor número de especies fueron los Peritricos (6especies), Hymenostomatidos (5 especies) e Hipotricos (4especies); *Cyclidium glaucoma* fue el ciliado mas abundante.

Manteniendo el enfoque ecológico de algunos trabajos se encuentran los de Mattos y colaboradores (1997), en donde estudiaron la abundancia relativa del zooplancton compuesta por copépodos en un 20%, cladóceros 5% y rotíferos con un 75% en un periodo de 12 años.

Lugo *et al.*, 1998 realizó un estudio sobre la abundancia de los ciliados planctónicos en los 3 lagos de Chapultepec, contemplo las variables de pH y oxígeno disuelto; registran 30 especies de ciliados, observando una composición similar de especies para los 3 lagos, salvo una ligera diferencia entre los lagos Viejo y Menor que consiste principalmente en la abundancia de las especies: *Cyclidium glaucoma*, *Aspidisca cicada*, *Coleps hirtus*, *Litonotus fasciola* y *Vorticela convallaria*.

Verver y Vargas, 2005 estudio la dinámica espacio – temporal de los parámetros físico – químicos (pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto) y su relación con la clorofila *a* en el lago urbano Tezozomoc. Concluye que el lago se caracteriza por ser un sistema con elevadas concentraciones de fósforo y nitrógeno y de clorofila *a*, el lago presenta una intensa producción primaria, lo que provoca elevados valores de pH, finalmente menciona que el lago Tezozomoc se encuentra eutrófico.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la composición y abundancia del Phylum Ciliophora (Doflein, 1901) en el lago urbano Tezozomoc, D.F.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Conocer la composición y densidades de la comunidad del Phylum Ciliophora.
- Establecer la variación espacio - temporal de los ciliados en el lago.
- Evaluar las condiciones ambientales con:
 - Temperatura
 - pH
 - Conductividad
 - Oxígeno Disuelto
 - Clorofila *a*
- Relacionar los parámetros ambientales con los ciliados.

ÁREA DE ESTUDIO

El lago del parque recreativo y cultural “Tezozomoc” se sitúa al Noroeste de la Delegación Azcapotzalco, colindando al Norte y Noroeste con el municipio de Tlalneplantla, al Oeste con el municipio de Naucalpan, a 19° 29´ 05” de latitud norte y 99° 12´ 36” de longitud Oeste, a una altura de 2250 msnm, abarca una superficie de 27 hectáreas; el lago se ubica en la parte central del parque con una capacidad de 30,000 m³, con una profundidad máxima de 2.40 m, y una mínima de 50cm. El agua que abastece el parque proviene de la planta de tratamiento “El Rosario”, operada por la Dirección General de Operaciones Hidráulica (DGOH). El abastecimiento es diario, a razón de 6 L s⁻¹. El agua se utiliza para regar áreas verdes y llenar el lago (Solano, 2002) Figura 1.

Presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad, la temperatura media anual oscila entre 12 y 16°C, la más calida es de 18 a 19°C y la más baja es de 11 y 12 °C (Solano, 2002).

La vegetación esta constituida por tres estratos: **herbáceo**: representado únicamente por pasto, el cual abarca casi la totalidad del área; **arbustivo**: abarca una superficie de 20 000 m², entre los cuales se encuentra Picarato (*Pyracantha coccinea*), Bambú (*Plejoblastus simonii*), Rosa laurel (*Nerium oleander*), Rosal (*Rosa sp.*), entre otros; y **arbóreo**: abarca 120,000m², algunas de las especies nativas son: Cedro Blanco o Ciprés (*Cupressus lindleyi*), Fresno (*Fraxinus udhei*), Colorín (*Eritrina coralloides*), Sauce Ahuejote (*Salís bonplandiana*), Pino Radiata (*Pinus patula*) y Yuca (*Yuca elephantipes*); entre las especies introducidas estan: Sauce Llorón (*Salís babilonica*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Álamo (*Populus deltoides*), entre otros (Rapoport *et al.*, 1983).

Dentro del lago se encuentra una especie acuática el Papiro (*Cyperus papyrus*); actualmente solo se encuentra en el pequeño macizo (Villafranco, 2000). (En los muestreos marcados se ubica en la estación de entrada en la zona litoral).

La fauna esta constituida por insectos: Hemípteros de la Familia Veliidae; como las chinches patinadoras, Dípteros (moscos) y Odonatos del Suborden Anisoptera (Ramírez, 2000). Dentro del lago se encuentran: Cladóceros (pulgas de agua), Copépodos, Protozoos, Flagelado, Amibas, Bacterias y Ciliados. Entre los **peces** se encuentran los “Guppy” de la Familia Poeciliidae (*Poecilia reticulata*) y Carpa (*Cyprinus carpio*); con respecto a las **aves** algunas especies registradas son: Zambullidor pico pinto (*Podylimbus podiceps*), Garzón blanco (*Arnea alba*), Pato de pekín o blanco (*Anas platyrhynchos “domesticus”*), Pato golondrino (*Anas acuta*), Pato tepalcate (*Oxyura jamaicensis*); Entre los **reptiles y anfibios** están las Tortugas japonesas o de orejas rojas (*Trachemys scripta*), Tortuga café (*Kinosternon sp*), Lagartijas de la Familia Prhynsomatidae (*Sceloporus sp*) y un anfibio en peligro de extinción, el ajolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*) (endémico de nuestro país); y dentro de los **mamíferos** se encuentra el Ratón casero (*Mus musculus*) (Ramírez, 2000).



Figura. 1. Lago del “Parque Tezozomoc”
mostrando la ubicación de las estaciones de muestreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Trabajo de campo

En el periodo de lluvias de Mayo a Octubre del 2004, se realizaron doce muestreos intensivos, cada quince días en el lago urbano Tezozomoc. Se establecieron seis estaciones de muestreo, tres ubicadas en la zona litoral y tres para la zona limnética, tal como se muestra en la figura 1.

Las muestras se obtuvieron con una botella de 500 ml a una profundidad de 20 cm, conservándolas a temperatura ambiente y en la sombra para ser trasladadas al laboratorio (menos de dos horas después del muestreo) para un análisis microscópico inicial y la determinación de las especies presentes, el mismo día de la colecta (Finlay *et al.*, 1988). Parte de esta muestra se fijó con acetato de lugol al 1% (Finlay y Guhl, 1992) para obtener el número de protozoos por mililitro presentes en cada estación de muestreo. También se registraron los siguientes parámetros ambientales: pH se midió en el laboratorio (menos de dos horas después del muestreo) mediante un potenciómetro marca Oakton modelo pH 500; la temperatura, conductividad y oxígeno disuelto se midieron *in situ* con un multisensor electrónico YSI 85 (Yellow Spring Instruments).

Trabajo de laboratorio

Se tomaron dos muestras de agua para el análisis de los organismos, para la muestra de protozoos *in vivo*, se identificaron mediante las siguientes claves taxonómicas: Foissner *et al.*, 1991, 1992, 1994; Foissner, 1994; Kahl, 1930-1935; Lee *et al.*, 1985; Repak, 1992; identificando a nivel de especie. Se realizaron cultivos para verificar la identificación utilizando los medios de Chalkley con trigo y arroz (Kudo, 1982) e infusión de hojas de cereal deshidratado (Sigma Co.) (Lee y Soldo, 1992). Así mismo, se realizaron tinciones con Protargol (Lynn, 1992) lo que facilitó la identificación. Para la observación de los protozoos se emplearon las técnicas de microscopia de campo claro, contraste de fases, campo oscuro y contraste diferencial de interferencia.

Las muestras fijadas con acetato de lugol al 1%, se sedimentaron, separando el sobrenadante del soluto; el concentrado se pasó a tubos plásticos de ensayo de 50ml. Del concentrado se tomaron las alícuotas para realizar la cuantificación de organismos mediante una cámara de Sedgwick-Rafter (1.0 ml) (A.P.H.A., 1985) con un mínimo de 100 organismos de las especies más abundantes (Wetzel y Likens, 2000). La cuantificación se realizó en un microscopio Zeiss a un aumento de 160X.

Análisis de la clorofila *a*

Las muestras para el análisis de la clorofila *a* se tomaron utilizando botellas de plástico de boca ancha marca Nalgene de 500 ml de capacidad, previamente lavadas con detergente libre de fosfatos (Extran) al 2% y enjuagadas con agua desionizada. Las muestras se mantuvieron en un lugar sombreado hasta su traslado al laboratorio.

La concentración de clorofila *a* - que es una medida aproximada de la biomasa de fitoplancton - se determinó por espectrofotometría (espectrofotómetro HACH DR/2000) utilizando el método de extracción en frío (4°C) con metanol (Marker *et al.*, 1980). Se concentró la clorofila *a* con ayuda de un equipo Millipore filtrando un volumen conocido a través de filtros Whatman de fibra de vidrio tipo GF/F. Los filtros se colocaron en tubos plásticos para centrífuga de 15 ml con un volumen de 10 ml de metanol y se dejaron en extracción por un período menor a 24 horas. Al cabo de este lapso se completó la extracción destruyendo las células con un sonicador marca Bransson modelo 450 durante 10 minutos. Se utilizó la modalidad de pulsos con una periodicidad de 9/10 de segundo y una intensidad de 7 (Simon y Helliwell, 1998) durante un lapso de 10 minutos. Posteriormente, el extracto se centrifugó a 2500 rpm durante 10 minutos y el sobrenadante se utilizó para realizar las lecturas en el espectrofotómetro. Se midió la densidad óptica a 750 nm y su valor fue restado a las mediciones de densidad óptica hechas a 663 y 665, nm.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de la información se realizó un análisis de componentes principales para establecer las variables que determinan en mayor medida el comportamiento del sistema tanto de los parámetros en la zona limnética como en la litoral. Posteriormente se realizó un análisis de similitud y un análisis de cluster para conocer el grado de variación espacial entre las estaciones. Este mismo análisis se empleó para determinar la variación temporal (Plá, 1986; Crisci y López, 1983).

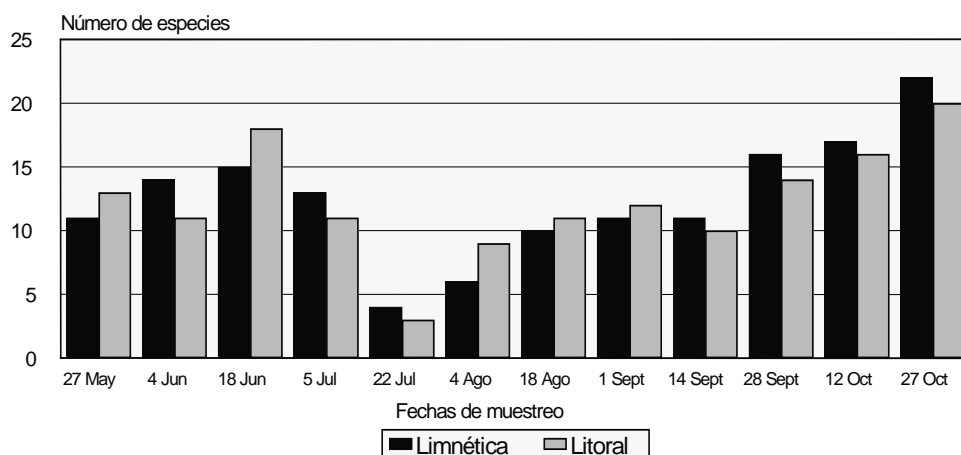
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS BIOLÓGICOS

Se determinaron 27 taxa de protozoos ciliados de los cuales 23 estuvieron presentes tanto en la zona limnética como en la litoral. Se ubicaron taxonómicamente 16 ordenes, 23 familias, 24 géneros y 27 especies de acuerdo a Lynn et al. 2000. Se hace una breve descripción de los organismos, basándose principalmente en Bick, (1972); Foissner *et al.*, 1999; Kudo, (1982) y Lynn *et al.*, 2000 y propias de este trabajo (anexo 1).

VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL

Los ciliados presentaron una riqueza específica muy parecida en ambas zonas de muestreo, aunque en la zona limnética fue ligeramente mayor a la litoral (Gráfica 1). También se observaron tres épocas o etapas durante el tiempo de estudio con la comunidad de protozoos; la primera abarcó del mes de mayo a la primera quincena de julio y en ella se presentaron riquezas específicas elevadas y densidades medias; la segunda que fue de los últimos días de julio a inicios de agosto, en donde los ciliados disminuyeron notablemente debido a la presencia de condiciones ambientales adversas y organismos depredadores que incidieron en la diversidad y densidad de organismos; la tercera época comprendió desde mediados de agosto hasta finales de octubre, y en ella se aprecia un notable aumento tanto en riqueza específica como en abundancia de organismos, asociados con valores elevados de concentración de clorofila *a* y con un proceso de dilución del agua debido a las lluvias (Verver y Vargas, 2005).



Gráfica 1. Representación de la riqueza de especies de ciliados en el lago Tezozomoc

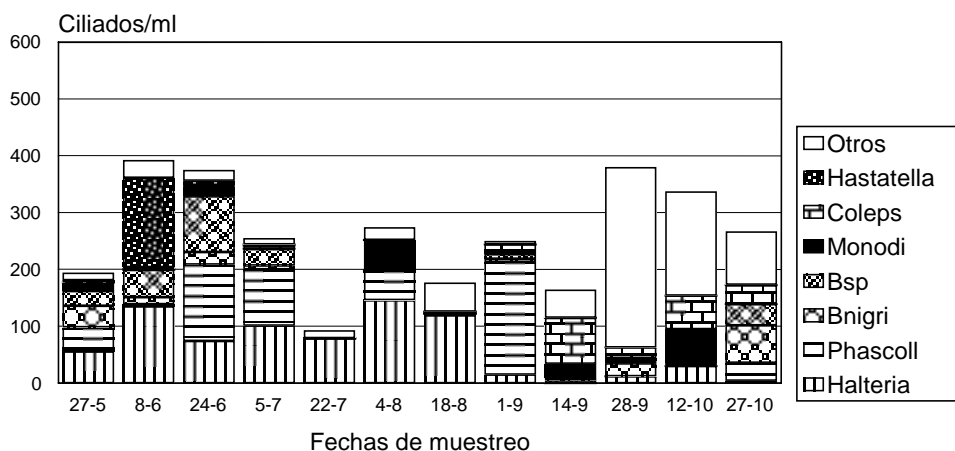
Riqueza específica de organismos en la zona limnética:

- *Bursellopsis nigricans*
- *Bursellopsis sp.*
- *Coleps hirtus*
- *Halteria grandinella*
- *Hastatella cf. radians*
- *Monodinium balbianii*
- *Phascolodon vorticella*

Riqueza específica de organismos en la zona litoral:

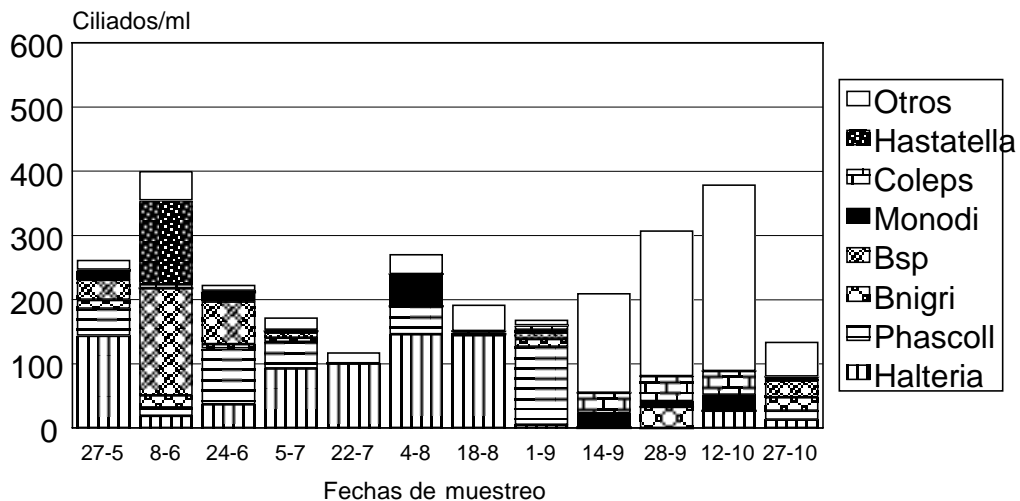
- *Bursellopsis nigricans*
- *Bursellopsis sp.*
- *Coleps hirtus*
- *Epystilis pigmaeum*
- *Halteria grandinella*
- *Hastatella cf. radians*
- *Monodinium balbianii*
- *Phascolodon vorticella*

Estación Limnética Salida



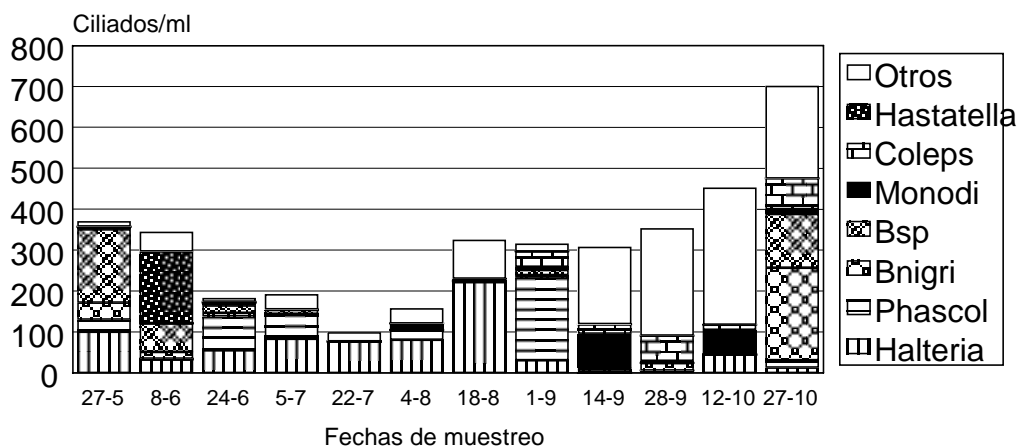
Gráfica 2. Presencia de ciliados con mayor abundancia en la estación de salida en la zona limnética.

Estación Limnética Centro



Gráfica 3. Frecuencia marcada por los ciliados en la estación del centro en la zona limnética.

Estación Limnética Entrada



Gráfica 4. Ciliados en la estación de entrada en la zona limnética.

En las Gráfica 2, 3 y 4 se muestra que *Halteria grandinella* fue uno de los ciliados más abundantes y constantes a lo largo de los muestreos; se observa que las condiciones le fueron propicias en las tres épocas que se presentaron en el lago durante el período de muestreo. Sin embargo, es claro que sus densidades fueron menores durante la tercera época, es decir, al final del estudio. Entonces puede suponerse que su presencia constante se debió a hábitos alimenticios (bacterias y algas) y a su tolerancia a las condiciones ambientales presentes Foissner *et al.*, 1994.

Al inicio de los muestreos (primera época) *Halteria grandinella* fue una de las especies con mayor abundancia, seguida de *Phascolodon vorticella*, *Bursellopsis nigricans* y *Bursellopsis sp.* y algunas otras especies estuvieron presentes con menor número de organismos como *Monodinium balbianii*, *Coleps hirtus* y *Hastatella cf. radians*. Debe resaltarse la presencia en gran abundancia de *Hastatella cf. radians* durante el segundo muestreo, probablemente favorecida por la presencia de bacterias (su principal alimento) y de picofitoplancton (Rodríguez, com. pers); su densidad en los muestreos posteriores fue mucho menor y posteriormente desapareció.

Durante la segunda época (que abarcó sólo el muestreo del 22 de julio) únicamente *Halteria grandinella* estuvo presente; en este muestreo se presentaron grandes flóculos de materia orgánica en el lago y el resto de los ciliados prácticamente desapareció; además se observaron densidades altas del cladóceros *Daphnia exilis*, organismo filtrador que es capaz de consumir a diversas especies de ciliados (Lugo, com. pers). La persistencia de *Halteria grandinella* durante ésta época pudo ser favorecida por su morfología, que incluye setas que impiden que sea devorada con facilidad, así como por su forma de desplazamiento a brinco, que le permiten escapar de los depredadores.

En la tercera época *Bursellopsis nigricans* y *Bursellopsis sp.*; aumentaron notablemente, en especial en la estación limnética de entrada. *Bursellopsis nigricans*, *Bursellopsis sp.*, *Coleps hirtus*, *Halteria grandinella*, *Hastatella cf. radians*, *Monodinium balbianii* y *Phascolodon vorticella* aparecieron como especies dominantes. *Halteria grandinella* y *Phascolodon*

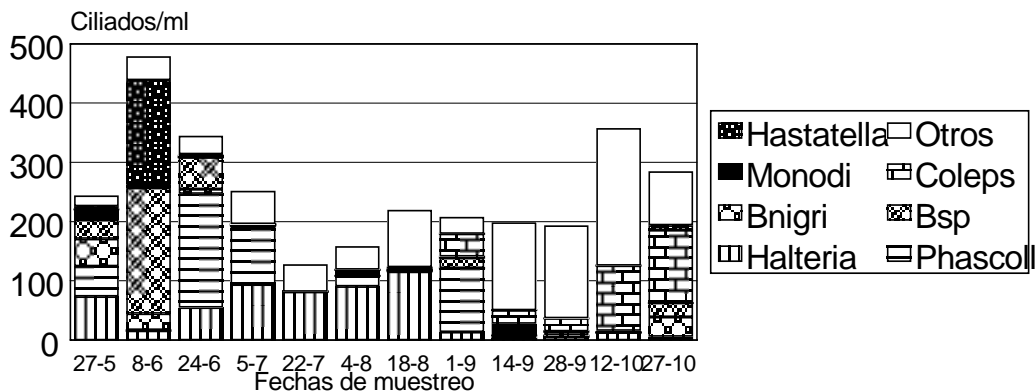
vorticella fueron las dos especies mas abundantes y frecuentes en el lago. Todas estas especies pueden considerarse como típicamente planctónicas (Beaver y Crisman, 1982; Foissner, 1994; Laybourn-Parry *et al.*, 1990); sin embargo dentro de las especies presentes, pero menos abundantes se encuentran *Aspidisca cicada* y *Vorticella microstoma* y estas dos especies generalmente se asocian a material flotante como algas y detritos (Bick, 1972).

En cuanto a la variación espacial, dos de las estaciones limnéticas, Centro y Salida, mostraron una gran similitud en cuanto a las especies y densidades de ciliados. Esto pudo ser favorecido por el sentido de la circulación del agua en el lago, que pasa de la zona central hacia la zona de la salida.

Es importante hacer notar que hay un grupo de “otros” protozoos tanto para la zona limnética como para la litoral, este grupo son aquellos ciliados que aunque estuvieron siempre presentes su abundancia no resulta muy importante, sobre todo en las primeras dos épocas del muestreo; en julio, se incrementaron notablemente como especies “oportunistas” al espacio dejado por aquellas más permanentes que fueron afectadas en la segunda época, para finalmente volver a ser desplazadas por las especies anteriores (Walsh, 2000).

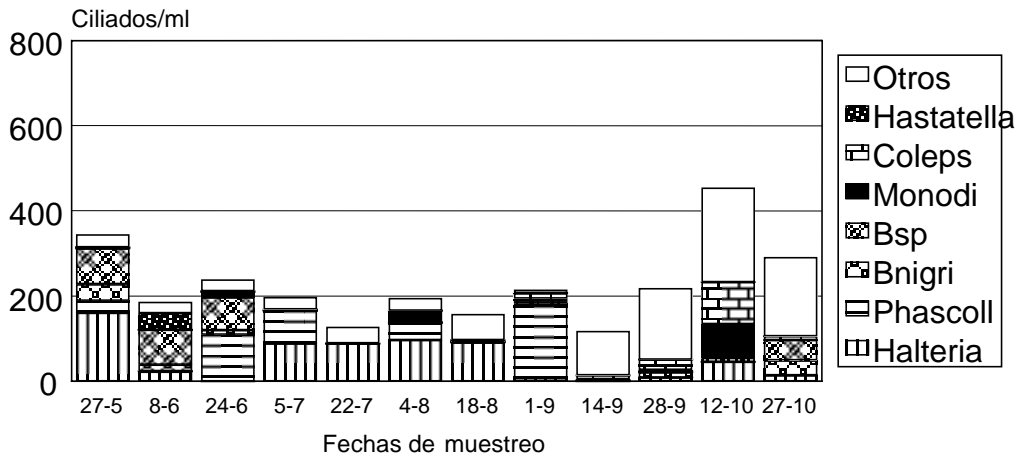
En cambio, la estación limnética de Entrada se caracterizó por ser diferente al resto de las demás, lo cual se puede asociar a la influencia del agua que abastece al lago procedente de la planta de tratamiento (Gráfica 4).

Estación Litoral Salida



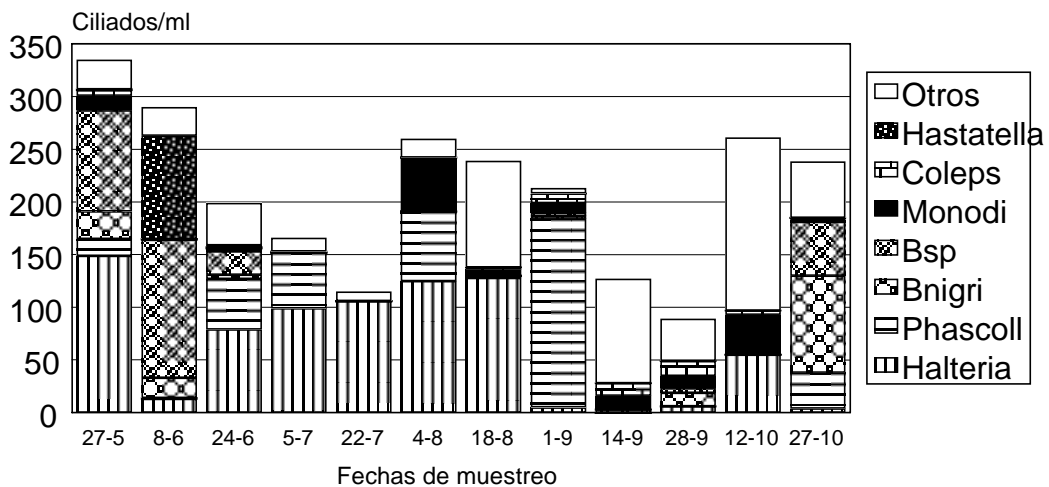
Gráfica 5. Presencia de ciliados por mililitro con mayor abundancia en la estación de salida en la zona litoral.

Estación Litoral Centro



Gráfica 6. Distribución de ciliados, presentes con mayor abundancia en la estación del centro litoral.

Estación Litoral Entrada



Gráfica 7. Variación de ciliados por mililitro presentes en la estación de entrada en la zona litoral.

En la zona litoral se mantienen presentes con mayor abundancia en los muestreos *Halteria grandinella*, *Phascolodon vorticella*, *Bursellopsis nigricans*, *Bursellopsis sp.*, *Monodinium balbianii*, *Coleps hirtus* y *Hastatella cf. radians*.

Puede considerarse que el muestreo del 22 de julio mostró unas condiciones anómalas en el lago y se reflejó en la disminución notable de ciliados en el muestreo; sin embargo, en esta época junto con *Halteria grandinella*, apareció *Epystilis pigmaeum* un ciliado que se observó viviendo como epibionte sobre rotíferos, especialmente sobre especies del género *Brachionus*. Esta especie fue muy abundante en pocos muestreos y también es capaz de nadar libremente;

su presencia en densidades elevadas puede considerarse indicativa de condiciones ecológicas deficientes.

A partir de finales de agosto el lago recupera su riqueza específica de ciliados y posteriormente se observa un incremento en el número de especies hasta el final del estudio. Durante la tercera época dominan especies como *Coleps hirtus*, *Cyclidium glaucoma*, *Bursellopsis nigricans*, *Bursellopsis* sp. (las estaciones del centro y entrada de la zona litoral presentan una diferencia, ya que son las dos estaciones más aisladas).

En la recopilación de datos en cuanto a la abundancia de ciliados en cuerpos de agua con diferentes estados tróficos, Foissner *et al.*, 1992 menciona que predominan los estudios realizados en lagos de latitudes elevadas, como en Canadá, Reino Unido y Polonia, en estos lagos eutróficos el número máximo de ciliados - entre 0.5 y 23.5 ciliados ml⁻¹ - Gonzales, 1995., mientras que en el lago Tezozomoc es considerablemente mayor el número de ciliados (de hasta 700 ciliados/ml)

De acuerdo con Bick (1972) todas las especies dominantes en el lago Tezozomoc son cosmopolitas y con una amplia distribución en los lagos eutróficos, lo cual fue evidente para este lago urbano.

La mayoría de las especies presentes en este trabajo fueron bacterívoras y al presentarse esto, se presume que controlaron el crecimiento de las poblaciones de estos descomponedores que son más numerosos e importantes en sistemas eutróficos como Tezozomoc; los ciliados alguívoros fueron pocos (*Coleps hirtus*, *Phascolodon vorticella*), esencialmente como consumidores primarios que aprovecharon los elevados números de organismos fitoplanctónicos que existen; algunos ciliados carnívoros escasos (*Actinobolina wenrichii*, *Monodinium balbianii*) devoraron a flagelados y ciliados más pequeños. Es de esperarse que a su vez los ciliados fueran consumidos por rotíferos y microcrustáceos como cladóceros y copépodos. En diversos estudios se ha observado que la dominancia en el macrozooplancton de especies de *Daphnia exilis* de gran tamaño tiene un efecto supresor sobre el zooplancton más pequeño, esta situación se presentó en la segunda época de los muestreos, pues las Daphnias prácticamente devastaron al ensamblado de ciliados, dejando a aquellos que, por morfología o tamaño no fueron consumidos. Los ciliados también pudieron ser consumidos por larvas de peces como la especie dominante del lago *Poecilia reticulata*.

Laybourn-Parry, 1994 discute los casos conocidos de variación estacional de los ciliados en lagos de diferentes latitudes. Presenta algunos casos de estudios desde el ecuador hasta los polos, aunque para lagos ubicados en las zonas subtropicales y tropicales la información es muy escasa. La variación estacional de los ciliados en los Lagos de Chapultepec presentan semejanzas con el comportamiento de los lagos subtropicales. Para el caso del Lago Oglethorpe (Georgia, EE.UU.) las coincidencias son notables; este lago es meso-eutrófico y su número máximo de ciliados se presentó en el fin del verano y principios del otoño (Pace, 1982); en el caso del lago Tezozomoc en general durante los muestreos se mantuvo la presencia de ciliados, con excepción de los muestreos del mes de julio, incluso algunas especies que no fueron tan frecuentes se presentaron hasta el final de los muestreos. De la misma manera, en el estanque Holden (Florida, EE.UU.) los valores más altos de ciliados se presentaron en los meses de verano y otoño (Beaver *et al.*, 1988). Laybourn-Parry (1992)

afirma que en los lagos eutróficos subtropicales los valores más altos de ciliados se presentan a finales del verano y principios del otoño como fue este caso.

Walsh (2000) menciona que el impacto de la urbanización (principalmente desechos orgánicos) provoca alteraciones tanto en el ambiente biótico como abiótico en los lagos pequeños, pérdida de especies, invasión de otros organismos, o tolerancia de otros, lo que fue evidente durante este estudio. Puede pensarse en la formación de microhabitats en el lago (entrada y salida-limnéticas-) que favorecieron la presencia de éstos ciliados, así como la función bacterívora predominante que tiene la mayoría; ya que existe mayor abundancia y disponibilidad de alimento (Foissner y Berger, 1996).

Así pues los protozoos ciliados resultan de gran importancia dentro del funcionamiento trófico del lago ya que constituyen un eslabón para la transferencia de energía desde la cadena de detritos hacia la cadena trófica habitual hacia los niveles trófico superiores, incluyendo a los vertebrados. Es posible que, al menos durante la época cálida, los ciliados constituyan una fuente de alimento de gran importancia para los microcrustáceos y peces del lago (Lair *et al.*, 1994), como paquetes alimenticios que han consumido previamente a las bacterias, además de contribuir con producción de oxígeno y consumo de materia orgánica para lograr la estabilización y la consecuente eliminación de la contaminación (Gifford, 1991).

LIMNOLOGÍA FÍSICA Y QUÍMICA

En general, los parámetros ambientales determinados en este estudio, se encuentran dentro de los requeridos para el crecimiento y desarrollo de los ciliados. Las variaciones observadas pueden depender del período de muestreo, las lluvias al parecer definieron números altos de organismos, como menciona Harris (1980) ya que muchos de ellos dependen del aporte de nutrientes procedentes de muy diversas fuentes en el lago Tezozomoc.

Las condiciones ambientales de temperatura, conductividad (parámetros físicos) y pH, oxígeno disuelto y clorofila *a* (parámetros químicos) del lago, no son factores que restrinjan la distribución de los protozoos ciliados, situación considerada por Borron, 1963^a.

HIDROLOGÍA

Los datos de los factores ambientales que se midieron fueron: temperatura, conductividad (K_{25}), pH, oxígeno disuelto (O.D.) y clorofila *a*, correspondientes a los muestreos donde se recolectó el material biológico son los siguientes:

TEMPERATURA

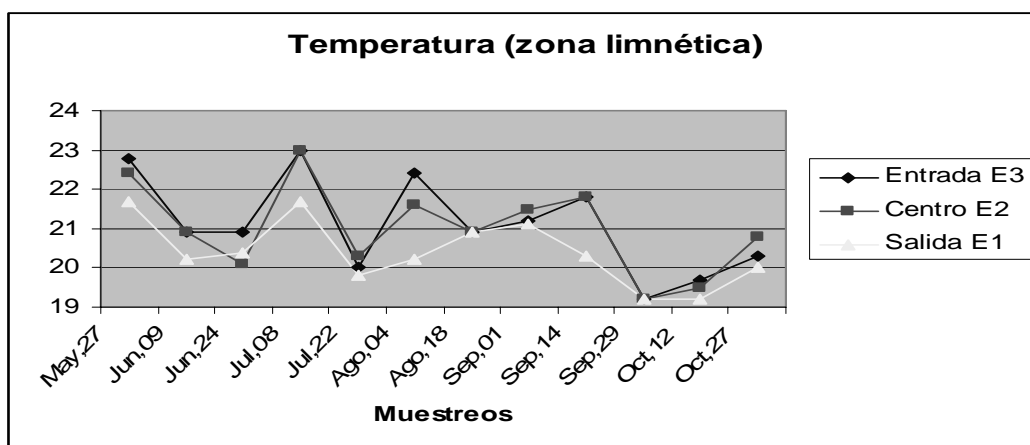
Dentro del lago la temperatura en la zona limnética se mantuvo relativamente homogénea, oscilando entre 18.7°C y 23°C; en la superficie los valores máximos se registraron en Julio, 05; siendo de 22°C en la estación de salida y 23°C en las estaciones de centro y entrada. En Septiembre, 29 se registraron las temperaturas superficiales mas bajas; siendo de 19.1°C en la estación de salida y 19.2°C en las estaciones de centro y entrada.

A lo largo del estudio la temperatura se mantiene heterogénea. En la mayoría de los muestreos se observó la presencia de estratificación con una diferencia de 1°C; por cada metro de profundidad, especialmente en las estaciones de la entrada y centro, es decir, que en un mismo muestreo se observan estaciones con estratificación térmica (considerada la diferencia de 1°C entre la temperatura de la superficie y el fondo; correspondiente a 1m de profundidad) (Hutchinson, 1957); mientras que en otros puntos del lago la diferencia de temperatura entre superficie y fondo es mínima.

La estratificación más generalizada se observó en Julio, 08 y Septiembre, 01; en contraste a los muestreos de Julio, 22, Agosto, 18, Septiembre, 29 y Octubre, 12, que presentaron una mínima diferencia de temperatura en la columna de agua, asumiendo que el lago se encontraba mezclado.

Los periodos de mezcla y estratificación fueron determinados por la variación en la temperatura ambiental y su influencia sobre la temperatura del agua, marcada esta en Julio, 08 y Septiembre, 29, la presencia de la estratificación mas marcada es de Julio, 08 ocurrió simultáneamente con la presencia de los valores máximos en la superficie del lago.

De Septiembre, 29 a Octubre, 12, se presento una disminución en las temperaturas del agua en el lago favoreciendo una mayor circulación en la columna de agua, sin embargo aun en esta época se observó estratificación en algunas de las estaciones limnéticas.



Gráfica 8. Variación de temperatura durante el muestreo (zona limnética).

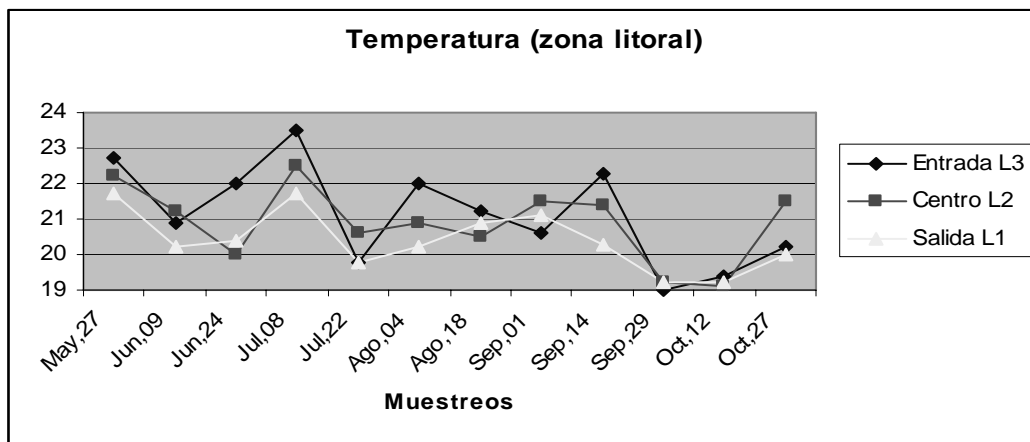
En Julio, 08, la temperatura en las estaciones de la zona litoral varió un poco más que en las estaciones de la zona limnética, oscilando entre 19 °C y 23.5°C; registrando como valores máximos 21.7°C, en la estación de la salida, 22.5°C, estación del centro y 23.5°C en la estación de entrada. Por otro lado los valores mínimos oscilaron entre los 19°C y 19.4°C en Septiembre, 29 y Octubre, 12. De Mayo, 27 a Septiembre, 14, la temperatura permaneció entre 20°C y 23.5°C, marcando una disminución desde Septiembre, 14 a Octubre, 12; en el último muestreo, Octubre, 27, se presentó un nuevo incremento de 21°C en algunas estaciones.

Debido a la escasa profundidad del lago nunca se presentó estratificación, al iniciarse el descenso de la temperatura ambiental a fines de Septiembre y principios de Octubre el lago se encontró claramente mezclado en todas las estaciones de muestreo.

El año 2004 marco un periodo de lluvias mas amplio de lo habitual iniciando desde Febrero - Marzo y concluyendo en Noviembre, por lo tanto Octubre se considero en este estudio como parte del periodo de lluvias.

Considerando estudios previos (Arzate, 2002, Solano, 2002 y Contreras y Rivera, 2003); se percibe que de los últimos años a la fecha la temperatura del lago no presenta una variación relevante, de igual manera en el presente estudio realizado en el 2004 se muestra bastante moderada. Comparado el lago con otros lagos de tamaño y profundidad similar en la Ciudad de México el comportamiento térmico resulta parecido. Debido a su poca profundidad y su reducido tamaño se equipara con estanques (Fairchild *et al*, 2005).

Los lagos tropicales registran diferencias mínimas de temperatura en la columna de agua, asimismo se caracterizan en recibir precipitaciones muy estacionales (solo en verano), (Ryding y Rasd, 1992); sin embargo, su intervalo de temperatura está levemente por debajo de 20°C a 30°C que es típico de los lagos tropicales (Hutchinson, 1957).



Gráfica 9. Variación de temperatura durante el muestreo (zona litoral).

De los parámetros ambientales obtenidos, la temperatura (Grafica 1 y 2) que presentó el lago durante los muestreos fluctuó entre 18.7 °C y 23.5 °C, lo cual refiere que es un lago polimíctico ya que presenta una estratificación; en el día y en la noche se rompe permitiendo una circulación de agua, además que las variaciones anuales de temperatura son pequeñas y provocan períodos repetidos de circulación con intervalos cortos de calentamiento y de estratificación débil y periodos de enfriamiento rápido (Verver y Vargas, 2005).

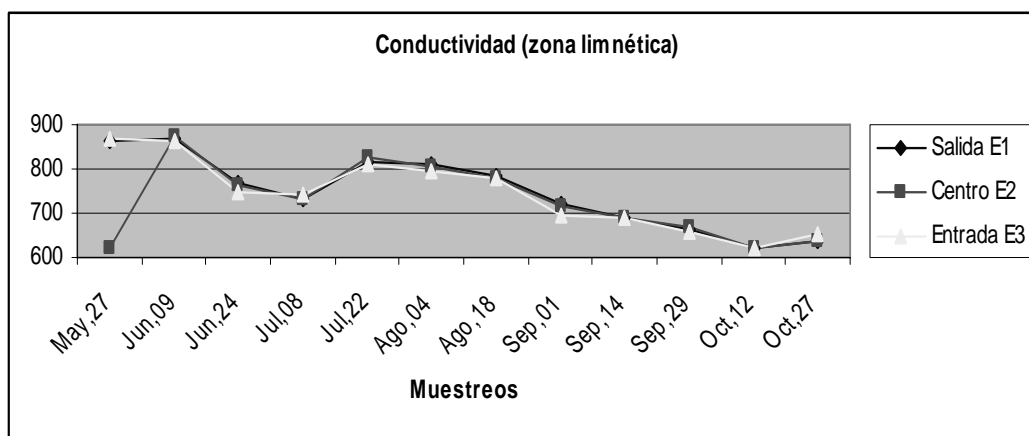
CONDUCTIVIDAD (K₂₅)

La conductividad presento un valor homogéneo a lo largo del estudio, con un intervalo de variación entre los 620 y 874 μ S cm⁻¹. Mostrando así condiciones de mineralización moderada (Margalef, 1983).

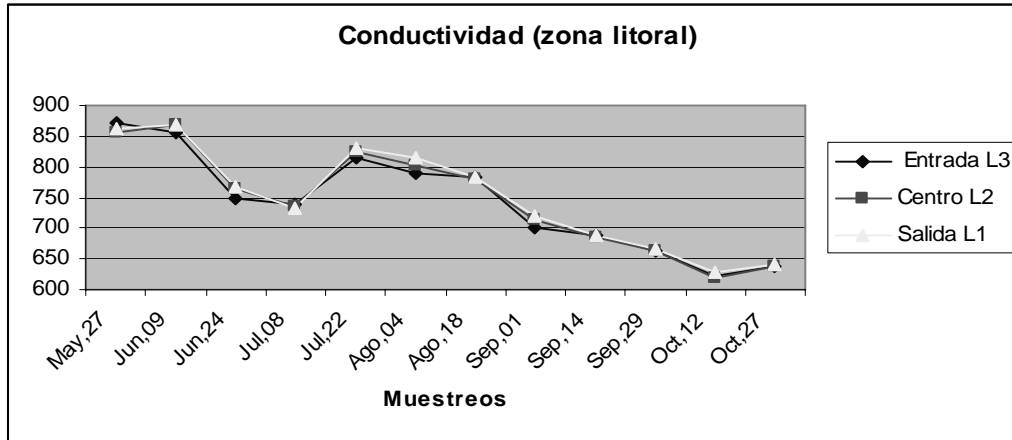
La diferenciación temporal de los valores de la conductividad mostró claramente los procesos de concentración y dilución que ocurrieron en el lago durante el estudio. De Mayo a Agosto los valores fueron más elevados, a partir de Septiembre (cuando la temperatura descendió y las lluvias incrementaron) la columna mostró un claro descenso (conductividad específica a 25°C).

De Mayo, 27 a Agosto, 18 el intervalo de variación de la conductividad (K₂₅), se mantuvo entre los valores mayores de 725 a 874 μ S cm⁻¹, dentro de este intervalo, los valores mas bajos se presentaron en Julio, 08. A partir de Septiembre, 01 los valores de la conductividad (K₂₅), disminuyeron presentando una variación entre 620 y 722 μ Scm⁻¹.

De igual manera Guzmán 1989, observo durante el periodo de lluvias un descenso de la conductividad del agua en los lagos de Chapultepec.



Gráfica 10. Variación de la conductividad durante el muestreo (zona limnética).



Gráfica 11. Variación de la conductividad durante el muestreo (zona litoral).

Valores resultantes de la conductividad (620–874 $\mu\text{S/cm}$) (Grafica 10 y 11).

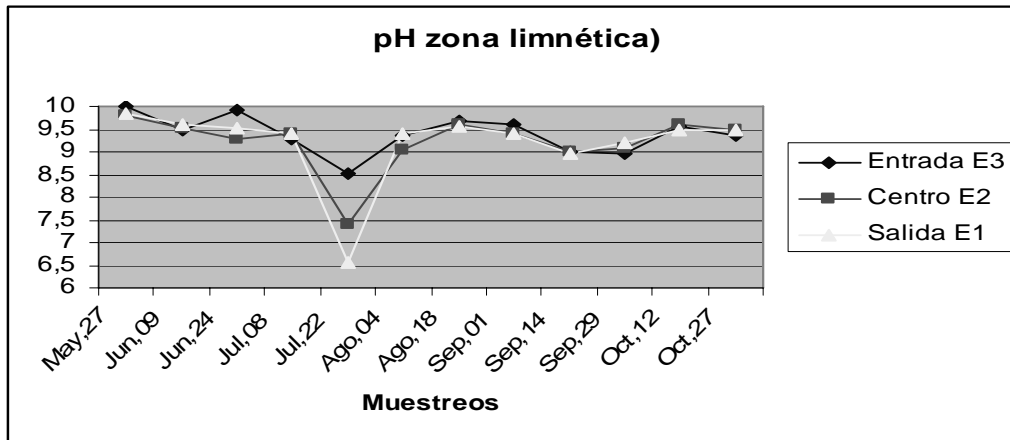
Al inicio de los muestreos, siendo una temporada cálida marca un aumento en la cantidad de sales, es por ello que el crecimiento y la dinámica de las poblaciones de algas y la producción del cuerpo de agua puede tener relación con la conductividad, y al descender la temperatura e intensificarse la precipitación pluvial la conductividad muestra un ligero descenso.

pH

Durante el periodo de estudio el pH se mantuvo básico (de 9 a 10) con excepto en el muestreo de Julio, 22 (corresponden a aguas de tipo fuertemente básico Wetzel, 2002; Margalef, 1987), debido a la elevada actividad fotosintética, habitualmente este fenómeno se presenta en lagos muy productivos, en donde se consumen elevadas cantidades de CO_2 y disminuye su concentración en el agua, incrementando así el pH. Este fenómeno es común en los lagos urbanos de la Ciudad de México, como los lagos de Chapultepec que fluctuaron entre 8.76 y 9.97 (Alcocer, 1988, Muro, 1994); el lago Nabor Carrillo marco valores entre 9.2 y 10.70 (Martínez, 1993), cabe mencionar la gran importancia en la determinación en los valores de pH la composición de sales del terreno donde esta ubicado; el lago de San Juan de Aragón onduló entre 9.2 y 10.1 (Calderón y Sarabia, 1995) y el lago Huetzalin, en Xochimilco marco entre 7.93 y 10.52 (Enríquez, 2004), ya que en su mayoría son llenados con aguas tratadas (por ello son altamente productivos).

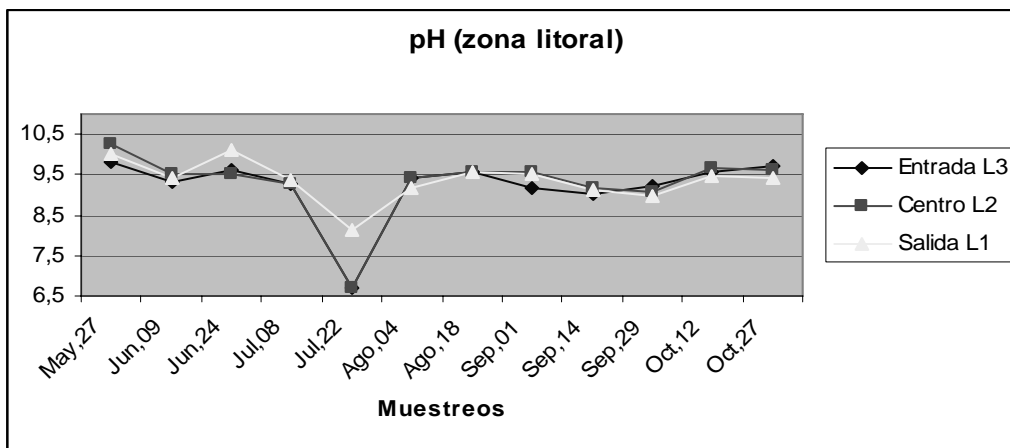
No obstante en Julio, 22, se presenta un fenómeno considerando valores de 6.57 y 8.51 (presente en las estaciones litorales de entrada, centro y salida), notando especialmente en la estación de la salida flóculos flotantes de materia orgánica, esto se relaciona con los valores mínimos de concentración de clorofila *a* y aumento en población de cladóceros filtrador *Daphnia exilis*.

Cabe mencionar la semejanza de los niveles de pH (6.57 a 10.27, presentados en el periodo de lluvias del 2004), con los obtenidos por Arzate, 2002, (valor maximo 10.06, minimo 7.9, en promedio 9.18); de igual manera presenta una similitud con los valores registrados por Solano, 2002; a pesar de la coincidencia en cuanto a los valores, ninguno de los dos autores anteriores midió lo que se observó en el muestreo de Julio,22.



Gráfica 12. Variación del pH durante el muestreo (zona limnética).

El pH del lago se encontró entre los 9 y 10 siendo entonces un lago de aguas básicas; sin embargo, en un solo muestreo (Julio, 22); presento un pH de 6.57 a 8.51. Por lo tanto el pH durante el muestreo fue de 6.57 a 10.27. (Grafica 12 y 13).



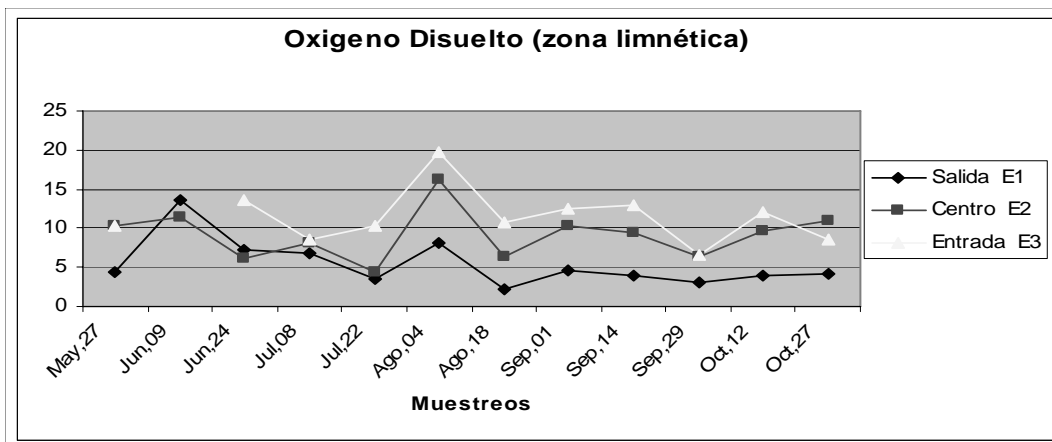
Gráfica 13. Variación del pH durante el muestreo (zona litoral).

OXIGENO DISUELTO (O.D.)

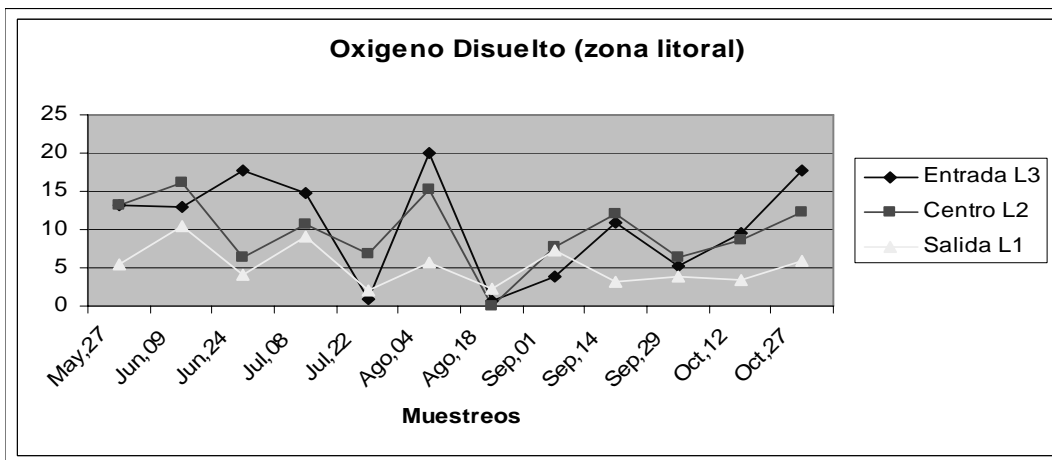
Durante el estudio se observa una variación de oxígeno disuelto entre 0 y 19.8 mg L⁻¹ en la zona limnética. En la superficie (Agosto, 05), se presentan los valores máximos de 19.8 mg L⁻¹, en la estación de entrada, 16.2 mg L⁻¹ en la estación del centro; midiendo así el valor máximo de la estación de salida en Junio, 09, siendo de 13.5 mg L⁻¹.

Dentro de la zona litoral, en Junio, 09, se presentaron los máximos valores 10.4 mg L⁻¹, estación de salida, 16.1 mg L⁻¹, estación del centro y en Agosto, 05 en la estación de entrada registro 20 mg L⁻¹. Así mismo los mínimos valores fueron registrados en Agosto, 18, en la estación de entrada 0.7 mg L⁻¹, estación del centro 0.1 mg L⁻¹ y estación de salida 2 mg L⁻¹.

El oxígeno disuelto (O.D.) osciló entre 0 y 19.8 mg L⁻¹; (variaciones de la concentración, típicas de los lagos eutróficos someros. Alcocer *et al.*, 1994; Scheffer, 1998).



Gráfica 14. Concentraciones de oxígeno disuelto durante el muestreo (zona limnética).

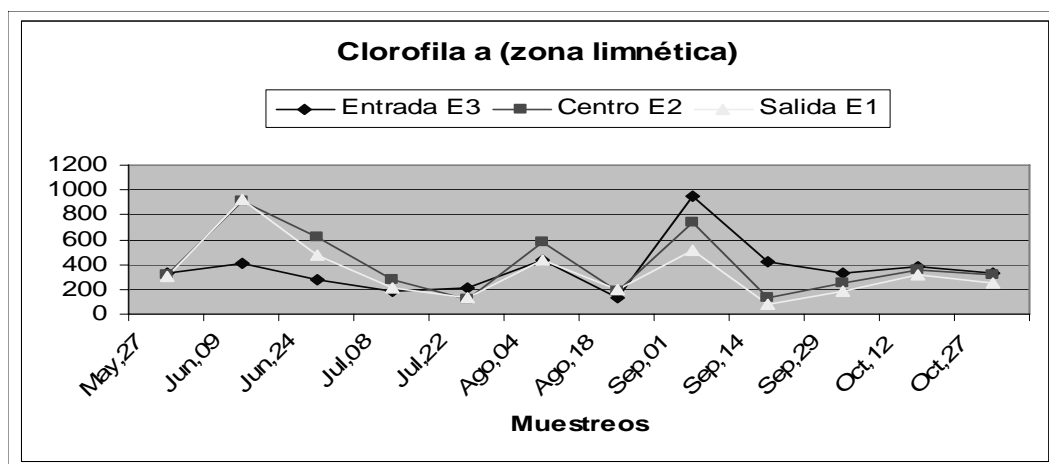


Gráfica 15. Concentraciones de oxígeno disuelto durante el muestreo (zona litoral).

El intervalo de oxígeno disuelto fue de 0.04-20 mg/L. Las condiciones anóxicas se presentaron en la parte profunda del lago, debido a los procesos oxidativos de la respiración bacteriana al descomponer la materia orgánica (Verver y Vargas 2005). En la superficie se presentó sobresaturación de oxígeno debido a la intensa producción primaria. (Gráfica 14 y 15).

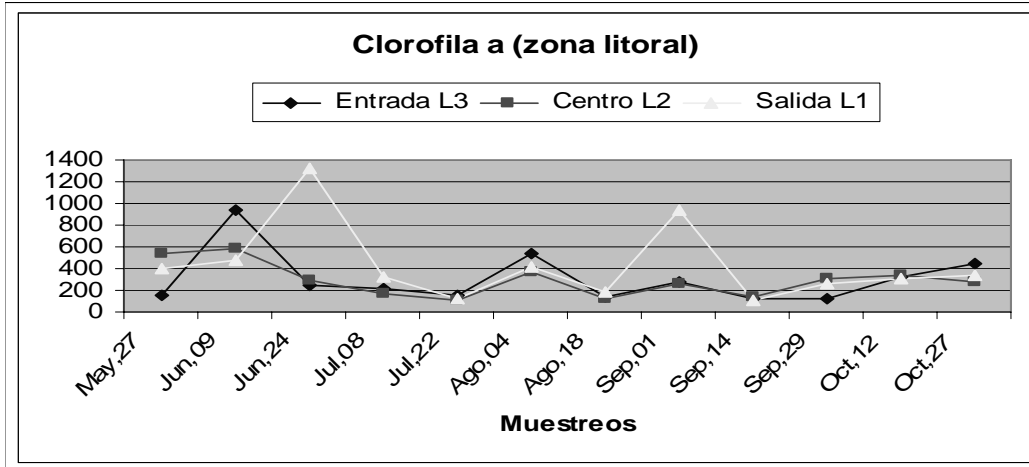
CLOROFILA *a*

En la zona limnética los valores de clorofila *a* oscilaron entre 81 y 954 $\mu\text{g L}^{-1}$, en Junio, 09 se consideraron dos de los valores máximos; en la estación de la salida con 917 $\mu\text{g L}^{-1}$ y la estación del centro con 903 $\mu\text{g L}^{-1}$ mientras que en Septiembre 01, fue en la estación de la entrada con 954 $\mu\text{g L}^{-1}$. Los valores mínimos se registraron en diferentes fechas de muestreo, siendo en Julio, 22 en la estación del centro con 125 $\mu\text{g L}^{-1}$, Agosto, 18 estación de la entrada con 136 $\mu\text{g L}^{-1}$ y Septiembre, 14 estación de la salida con 81 $\mu\text{g L}^{-1}$.



Gráfica 16. Variación de la concentración de clorofila *a* durante el muestreo (zona limnética).

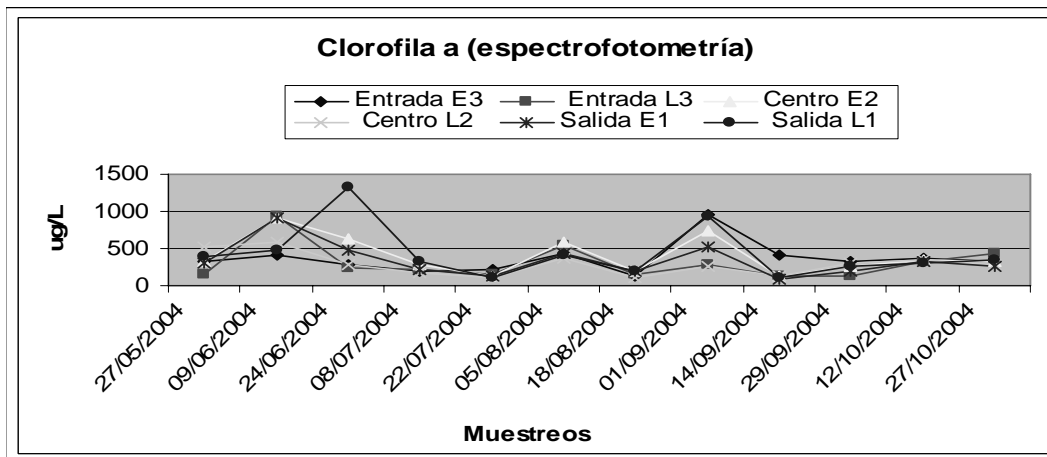
En cuanto a la zona litoral la clorofila *a* osciló entre 110 $\mu\text{g L}^{-1}$ y 1321 $\mu\text{g L}^{-1}$; registrando así como valores máximos en la estación del centro de 587 $\mu\text{g L}^{-1}$ y en la estación de la entrada de 933 $\mu\text{g L}^{-1}$ esto, en Junio, 09; mientras que la estación de la salida se registro en Junio, 24 con 1321 $\mu\text{g L}^{-1}$. En tanto los valores mínimos de igual manera se marcaron en dos fechas de muestreo; en Septiembre, 14 fue en la estación de la salida con 111.34 $\mu\text{g L}^{-1}$ y en la estación de la entrada con 120 $\mu\text{g L}^{-1}$; la estación del centro se registro en Julio, 22 con un valor de 110 $\mu\text{g L}^{-1}$.



Grafica 17. Variación de la concentración de clorofila *a* durante el muestreo (zona litoral).

Los valores registrados de clorofila *a*, a lo largo del estudio nos indican condiciones eutróficas (OCDE, 1982), siendo el lago del Parque Tezozómoc un lago hipertrófico, ya que los valores que marca en las dos zonas (limnética y litoral), son elevados por las altas concentraciones de nutrimentos que predominan en el lago, a su vez esto favorece los valores altos de pH y de las concentraciones superficiales sobresaturadas de oxígeno disuelto; no obstante las concentraciones que se registra sobrepasan a las observadas en otros lagos urbanos (Alcocer, 1988).

Sin embargo en el muestreo de Julio, 22, muestra que el aumento de fósforo reactivo y amoníaco, indica la presencia de materia orgánica en descomposición; considerando lo anterior se resume una muerte masiva del fitoplancton al igual que la presencia del cladócer *Daphnia exilis* (consumidor de fitoplancton) (Jürgens, 1994).



Grafica 18. Concentraciones de clorofila *a* por el método de espectrofotetría (Verver y Vargas, 2005).

CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS, QUÍMICOS Y FÍSICOS.

Se llevo a cabo un análisis de correlación entre los organismos, parámetros físicos y químicos para determinar las asociaciones entre ellos mediante el paquete estadístico SPSS, versión 12.

La relación más fuerte se encuentra entre las dos Bursellopsis: *Bursellopsis nigricans* y *Bursellopsis sp.* $r = 0.83$, posiblemente debido a su alimentación ya que las dos consumen bacterias. *B. nigricans* además, consume algas y pequeños flagelados, debido a esto se puede considerar su presencia en la mayoría de los muestreos, pues tanto algas, como bacterias y pequeños flagelados siempre fueron observados.

Por otro lado *Aspidisca cicada* presenta una relación con *Oxytricha fallax* y *Vorticella convallaria* de $r = 0.6$ ya que comparten el mismo tipo de alimentación (bacterívoros) y se encuentran en los parámetros ambientales adecuados para su desarrollo, no fueron muy abundantes en los muestreos aunque su presencia fue detectada al mismo tiempo.

La clorofila *a*, que depende en gran medida del contenido de nutrientes disueltos en el agua (Riolobos *et al.*, 2002) favoreció que especies como *Actinobolina wenrichii* y *Bursellopsis sp.*, se relacionaran positivamente ($r = 0.5$) ya que para ambas especies y este parámetro ambiental, el contenido de materia orgánica les permite permanecer en el agua, que fueron condiciones aparentemente más favorables para *Bursellopsis sp.* que para *Actinobolina wenrichii*, ya que está última fue menos abundante.

Cinetochilum margaritaceum que tiene con una distribución amplia en todos los tipos de agua en donde se degrada la materia orgánica (Lynn *et al.*, 2000), se relacionó con *Spathidium sphaetula* con una $r = 0.74$, no es muy claro el por qué de ésta relación, sin embargo, puede explicarse por el tipo de alimentación que fue abundante (bacterias) después de la aparición de depredadores que dejaron gran cantidad de materia orgánica en descomposición. Es importante hacer notar que *S. sphaetula* se presentó con abundancias mínimas tanto para la zona litoral, como para la limnética; cabe mencionar que estas dos especies se presentaron después de la aparición de depredadores mayores, cladóceros y copépodos - Julio 22-.

Sin embargo la presencia de *Spathidium sphaetula* esta marcada en la tercer época que comprende de Septiembre 01 a Octubre 27, (esta época refleja la disminución de la temperatura ambiental, la cual fue especialmente clara en los dos últimos muestreos).

La conductividad que permitió evaluar la mineralización global del agua, no favoreció a *Coleps hirtus* cuya relación negativa $r = - 0.61$ provocó bajos números de este organismo. Al observarse un aumento en la conductividad se presentó una disminución de *Coleps hirtus* (esto es en los siete primeros muestreos, exceptuando el muestreo de Julio 22, que no estuvo presente); a partir del muestreo de Septiembre 01, en donde disminuye la conductividad, se observa un incremento de *Coleps hirtus*.

Por otro lado, *Paramecium caudatum*, al parecer se vio influenciado negativamente con la conductividad y con la temperatura con un valor de $r = - 0.6$, esto provocó que su abundancia fuera a menor cuando éstos parámetros fueron más altos. Así mismo *Vorticella microstoma* se

relacionó positivamente con *Paramecium caudatum* ($r = 0.60$) coincidiendo la presencia de una y otra en los muestreos de Septiembre 29 y Octubre 12, las dos con números considerables de organismos.

Phascolodon vorticella uno de los ciliados más abundantes tanto espacial como temporalmente, se vio favorecido por la temperatura, con una $r = 0.5$, es de suponer que el resto de los parámetros ambientales le fueron propicios para mantener números elevados y presencia continua.

Halteria grandinella fue un organismo que estuvo presente en todos los muestreos, su alimentación (bacterias) favoreció su presencia, así mismo la morfología de éste organismo le proporciona resistencia a ser consumida por los depredadores, por esto posiblemente sus números se mantuvieron constantes, aún con la aparición de depredadores. En la correlación solo se observa una relación significativa negativa con *Cinetochilum margaritaceum* posiblemente debido a la alimentación.

Epystilis pigmaeum presenta relaciones significativas negativas con *A. wenrichii*, y las dos *Bursellopsis*, muy probablemente debido al alimento, aunque muchos de los *Epystilis pigmaeum* se contaron como epibiontes de *Brachionus sp.*, en la época que aparecieron.

Por lo tanto se observó que las correlaciones más significativas se dieron entre los parámetros biológicos y que entre los ambientales no se observaron influencias de unos con otros, salvo la clorofila *a* cuyos valores ratifican el estado del lago del parque Tezozomoc como un lago eutrófico y turbio.

CONCLUSIONES

De acuerdo con todo lo expuesto anteriormente, se puede concluir lo siguiente:

De las 27 especies identificadas de protozoos ciliados en el lago señalan una alta cantidad de alimento pero no de gran variedad, para permitir su presencia; como eslabón importante de la cadena trófica, los ciliados sirvieron de alimento a organismos mayores, cuando estos surgieron.

La diversidad de protozoos puede ser usada para detectar y cuantificar cómo afectan los factores ambientales a los ecosistemas; los ciliados realizan eficientemente el repacamiento trófico al consumir bacterias y otros organismos se evidencia su función como eslabones de transferencia y energía a niveles tróficos superiores.

La mayor parte del tiempo de muestreo las variables ambientales no tuvieron gran influencia sobre los organismos, ya que en la mayoría de los muestreos estuvo presente el alimento. Fueron la variación en el tipo y cantidad de alimento, así como la aparición de depredadores, los factores que mayor influencia parecieron tener sobre el ensamblado de ciliados en el lago.

En cuanto a la alimentación se diferencian en dos tipos las especies; un tipo solo consume bacterias y el otro algas y bacteria, unas cuantas son rapaces (depredan ciliados de menor tamaño).

El nanofitoplancton fue afectado por organismos alguívoros y bacterívoros.

Las especies predominantes indican condiciones claramente eutróficas.

El lago es un sistema polimíctico de variaciones de temperatura reducida estacionalmente y en profundidad, típica de las regiones tropicales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcocer, J. 1988. Caracterización hidrobiológica de los Lagos de Chapultepec. México. Tesis de Maestría (Oceanografía Biológica y Pesquera). UACPYP, ICMYL, UNAM. 89 pp.
- Alcocer, J., E. Kato, E. Robles y G. Vilaclara. 1988. Estudio preliminar del efecto del dragado sobre el estado trófico del Lago Viejo de Chapultepec. *Cont. Amb.* 4: 43-56.
- Alcocer, J., A. Lugo y E. Escobar. 1994. Eutrofización lacustre. Jóvenes lagos viejos. *Información Científica y Tecnológica.* 38- 41 pp.
- Anderson, R. 1987. **Comparative Protozoology** springer-verlag. 1^a ed. Berlin. 438pp.
- A.P.H.A. 1995. **Standard methods for examination of water and waste water.** (19th ed.). Washington, D.C.
- Arzate, G.K.M. 2002. Contribución al estudio de la alimentación de *Poecilia reticulata* y su relación con algunos parámetros ambientales en el lago del Parque Tezozómoc de Julio a Diciembre del 2002. Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 41pp.
- Bamforth, S.S. 1985. Ecology of Protozoa. **En:** Lee, J.J., Hutner, S.H. y Bovee, E.C. (eds.). *An Illustrated Guide to the protozoa.* Society of Protozoologists, Kansas. pp. 7-12.
- Beaver, J.R. y Crisman, T.L. 1982. The trophic response of ciliated protozoans in freshwater lakes. *Limnol. Oceanogr.* 27: 246-253.
- Beaver, J.R., Crisman, T.L. y Bienert, R.W. Jr. 1988. Distribution of planktonic ciliates in highly coloured subtropical lakes: Comparison with clear water ciliate communities and the contribution of mixotrophic taxa to total autotrophic biomass. *Freshwat. Biol.* 20: 51-60.
- Beaver, J. R. & Crisman, T. L., 1989, The role of ciliated protozoa in pelagic freshwater ecosystems. *Microb. Ecol.*, 17: 111-136.
- Bick, H. 1972. **An illustrated guide to ciliated protozoa used as biological indicators in freshwater ecology.** W.H.O. Ginebra. 198pp.
- Birch, S. & J. McCaskie. 1999. Shallow urban lakes: a challenge for lake management. *Hidrobiología.* 395 / 396: 365 - 377.
- Borron, A.C. Arch. Protistenk., Morphology and ecology of the benthic ciliated protozoa of Alligator Harbor, Florida. 1963 a. 106:465-534.

Calderon, H.R. y V.M.S. Sarabia. 1995. Investigación edáfica y de calidad de agua del Lago en el Bosque de San Juan de Aragón. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. Universidad Nacional Autónoma de México. 85pp.

Contreras, F. A.M. y F.A. Rivas. 2003. Diagnóstico Ambiental del lago del Parque Tezozómoc, Azcapotzalco, D.F. Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 49pp.

Crisci y López. 1983. **Introducción a la teoría y practica de la Taxonomía numérica.** Serie Biología. No 26. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Washington D.C. 132 pp.

Enríquez, G. C.2004. Estudio de campo y laboratoriode la dinámica poblacional de los Rotíferos y Cldóceros de la zona litoral del lago Huetzalin, Xochimilco.Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autonoma de México. 84pp.

Fairchild, G.W., Anderson, J.N. & Velinsky, D.J. 2005. The trophic state 'chain of relationships' in ponds: does size matter?. *Hidrobiología*. 539:35-46.

Figueruelo J. E. y D. M. Marino. 2001. **Química física del medio ambiente.** Edit. Reverte. México, D. F. 333 pp.

Finlay, B.J., Rogerson, A. y Cowling, A.J. 1988. **A beginners guide to the collection, isolation, cultivation and identification of fresh water protozoa.** Natural Environment Research Council-CCAP. Windermere, Gran Bretaña. 78 pp.

Finlay, B.J. y Guhl, B.E. 1992a. Plankton sampling-freshwater. En: Lee, J.J. y Soldo, A.T. (eds.). **Protocols in protozoology.** Society of protozoology. Kansas, EUA. pp. B1.1.-B1.5.

Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H. y Kohmann, F. 1991. **Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems.** Band I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea. *Informationsberichte des Bayer, Landesamtes für Wasserwirtschaft*, Munich, 1/91. 478 pp.

Foissner, W., Berger, H. y Kohmann, F. 1992. **Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems.** Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida. *Informationsberichte des Bayer, Landesamtes für Wasserwirtschaft*, Munich, 5/92. 502 pp.

Foissner, W. 1994. Progress in taxonomy of planktonic freshwater ciliates. *Mar. microb. Food Webs* 8: 9-36.

Foissner, W., Berger, H. y Kohmann, F. 1994. **Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems.** Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida. *Informationsberichte des Bayer, Landesamtes für Wasserwirtschaft*, Munich, 1/94. 548 pp.

Foissner W. and Berger H. 1996. A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophore) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes and waste waters, with notes on their ecology. *Freshw Biol.* 35:375-482.

Foissner, W., Berger, H., Schaumburg, J. 1999. **Identification and Ecology of Limnetic Plankton Ciliates.** Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 3/99. 793pp.

Gifford, D.J. 1991. The protozoan-metazoan trophic link in pelagic ecosystems. *J. Protozool.* 38: 81-86.

Gonzalez, L.M.E. 1995. Estudio de la variación espacio y temporal de los ciliados planctónicos en los lagos de Chapultepec, D.F. Tesis de Biología. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 56pp.

Harris, G.P. 1980. **Phytoplankton Ecology, Structure, Function and Fluctuations.** Chapman Hall. Hall. 1986. 384 pp.

Hutchinson, G. E. 1957. **A Treatise on Limnology. Geography, Physics and Chemistry of Lakes.** Vol. 1. John Wiley & Sons, Nueva York. 1015pp.

Jones, R.I. 2000. Mixotrophy in planktonic protists: an overview. *Freshwater Biology* 45: 219-226.

Jürgens, K. 1994. Impacto de Daphnia on planktonic microbial food webs-A review. *Mar. Microb. Food Webs.* 8:295-324.

Kahl, A. 1930-1935. Urtiere Orden Protozoa. I Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria), eine Bearbeitung der freilebenden und ectocommensalen Infusorien der Erde, unter Ausschluss der Marinen Tintinnidae. **En:** Dahl, F. *Die Tierwelt Deutschlands.* Teil 18(1930), 21(1931), 25(1932), 30(1935). Gustav Fischer, Jena. 886pp.

Kudo, R.R. 1982. **Protozoología.** CECSA, México. 905 pp.

Lair, N., Leveille, J.C., Reyes-Marchant, P. & Taleb, H. The feeding of a larval fish, *Lebistes reticulatus* on ciliates and rotifers. *Mar. Microb. Food Webs* 8:337-346 (1994).

Laybourn-Parry, J., Olver, J., Rogerson, A. y Duverge, P. L. 1990. The temporal and spatial patterns of protozooplankton abundance in a eutrophic temperate lake. *Hydrobiologia.* 203: 99-110.

Laybourn-Parry, J. 1992. **Protozoan Plankton Ecology.** Chapman & Hall. Londres. 231pp.

Laybourn-Parry, J. 1994. Seasonal successions of protozooplankton in freshwater ecosystems of different latitudes. *Mar. Microb. Food Webs.* 8:145-162.

Lee, J., E. Small, D. Lynn & E. Bovee. 1985. Some techniques for collecting, cultivating and observing Protozoa: 1-7. **In:** Lee, J., S. Hutner & E. Bovee (Eds.), *An illustrated guide to the Protozoa*, Allen Press. 629 pp.

Lee, J.J. y Soldo, A.T. 1992.(eds.). **Protocols in protozoology**. Society of protozoology. Kansas, EUA. pp. C4.1.-C4.10.

López-Ochoterena, E. y Barajas, E. 1963. Protozoarios ciliados de México. IV Morfología y Sistemática de dos especies de protozoarios sectores de Chapultepec *Rev.Soc.Mex.Hist.Nat.* 24: 1-15.

López-Ochoterena, E. 1965. Ciliados mesosapróbicos de Chapultepec (Sistemática, Morfología y Ecología) *Rev.Soc.Mex.Hist.Nat.* 26: 115-247.

López-Ochoterena, E. 1970. Historia de las investigaciones sobre protozoarios de vida libre de México. *Rev.Soc.Mex.Hist.Nat.* 21: 115-247.

López-Ochoterena, E. Roure-Cane, M.T. 1970. Lista Taxonómica comentada de protozoarios de vida libre de México. *Rev.Soc.Mex.Hist.Nat.* 31: 23-68.

López-Ochoterena, E. y Madrazo-Garibay, M. 1971. Protozoarios ciliados de México. XVIII. *Ophrydium hazele* sp. Nov. (*Perytrichidae, Sessilina*). *Rev.Soc.Mex.Hist.Nat.* 21: 23-68.

Lugo, V.A., Sánchez, R. Ma. R., González, Ma. E y Alcocer, J. 1998. Temporal patterns of planktonic ciliates abundance in three eutrophic urban lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 1626-1630.

Lugo, V. A. 2000. Variación espacial y temporal de la estructura de la comunidad planctónica del lago de Alchichica, Puebla, con algunos aspectos de interacciones tróficas. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.98 pp.

Lynn, D.H. 1992. Protargol staining. En: Lee, J.J. y Soldo, A.T. (eds.). **Protocols in protozoology**. Society of protozoology. Kansas, EUA. pp. C4.1.-C4.10.

Lynn, D.H. y E.B. Small. 2000. Phylum Ciliophora, Doflein, 1901. **En:** Lee, J.J.,G.F. Leedale y P. Bradbury (eds). An illustrated guide to the Protozoa. 2ª ed. Society of Protozoologist. Lawrence,Kansas. 371-656pp.

Madrazo-Garibay, M. y E. López-Ochoterena. 1982. Segunda lista taxonómica comentada de protozoarios de vida libre de México. *Rev. Lat-amer. Microbiol.* 24:281-295.

Madrazo-Garibay, M. y E. López-Ochoterena. 1985.Protozoarios ciliados de México. XXVIII. Características morfológicas y taxonómicas de veinticinco especies de la laguna Pom, Campeche, México. *Anales del centro de ciencias del mar y Limnología*. Contribución 402. UNAM.

Margalef, R. 1983. **Limnología**. Ed. Omega. Barcelona. 1010 pp.

- Margalef, R. 1987. **Ecología**. Ed. Omega. Barcelona, España. 1010 pp.
- Marker, A.F.H.,C.A. Crowther R.J.M. Jun.1980.Methanol and acetone as solvents for estimating chlorophyll a and phaeopigments by spectrophotometry. *Archiv. Hydrobiol. Beih. Ergebnisse der Limnolog.* 14: 52-69.
- Martinez, T.B.B.1993.Contribución al estudio de Cládoceros y Copépodos del Lago Nabor Carrillo, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.72pp.
- Mattos, P.S., Estuqui, R.V. and Cavalcanti, B.C.G. 1997. Lake Paranoá (Brazil): Limnological aspects with emphasis on the distribution of the zooplanktonic community (1982 to 1994). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26:542-547.
- Moos, B.1999.Ecological. Changes for lake mangement. *Hydrobiol.* 3-11: 395-396.
- Muro, G.1994.Contribución al conocimiento de la distribución y abundancia de los cladóceros en los tres lagos de Chapultepec. Tesis de Licenciatura (Biología) Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 80pp.
- OCDE. 1982 **Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance, de evaluation et de lutte**. Paris.
- Pace,M.L. 1982. Planktonic ciliates:their distribution, abundance and relationships to microbial resources in a monomictic lake. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39:1106-1116.
- Pesson, P.1979.**La contaminación de las aguas continentales**. Mundi-prensa.España. 334pp.
- Petz, W., W. Song, and N. Wilbert. 1995, Taxonomy and ecology of the ciliate fauna (Protozoa, Ciliophora) in the endopagial and pelagial of the Weddell Sea, Antarctica: *Stapfia*.40:1-223.
- Plá, L.E. 1986. **Análisis multivariado: método de componentes principales**. Serie Matemáticas No. 27. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C. 94 pp.
- Ramírez, B.P. 2000. Aves de humedales en zonas urbanas del noroeste de la Ciudad de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 188pp.
- Rapoport, E.H., Díaz-Betancourt, M.E. y López-Moreno, I.R.1983. **Aspectos de la Ecología urbana de la Ciudad de México; flora de las calles y baldíos**. Publicación II. Instituti de Ecología. Ed.Limusa. México. 197pp.

Repak, A.J. 1992. Immobilization methods for protozoa. En: Lee, J.J. y Soldo, A.T. (eds.). **Protocols in protozoology**. Society of protozoology. Kansas, EUA. pp. C1.1.-C1.5.

Riolobos, P., Alvarez, C.M., Rojo, C., Rodrigo, A.M., Ortega, M.E. y Cirujano, S. 2002. **Técnicas habituales y biológicas del grupo de Investigación del agua**. Ed. Madrid, España. 6-80pp.

Ryding, S. O. & W. Rast. 1992. **El control de la eutrofización en lagos y pantanos**. UNESCO. The partenon publishing group. París, Francia. 375pp.

Scheffer, M. 1998. **Ecology of Shallow lakes**. Chapman & Hall. Great Britain. 357pp.

Shueler, T. y Simpson, J. 2001. Why urban lakes are different. *Watershed. Prof. Tech.* 3:747-750.

Simon, D. and S. Helliwell. 1998. Extraction and quantification of chlorophyll a from freshwater green algae. *Wat. Res.* 32:2220-2223.

Sleigh, R. 1979. **Biología de los Protozoos**. H. Blume. Madrid. 399pp.

Solano, B. N. 2002. Aspectos reproductivos de *Poecila reticulata* (Pises: Poeciliidae) en el lago del parque Tezozómoc, Azcapotzalco de enero a junio de 2001. Tesis profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 41pp.

Tomasini, O.P. y E. López Ochoterena. 1979. Análisis taxonómico de las especies de protozoarios encontradas en el agua potable de la Ciudad de México, D.F. *Rev. Lat. amer. Microbiol.* 21:147-151.

Verver y Vargas. G.J. 2005. Dinámica espacio-temporal de los parámetros físico y químicos y su relación con la clorofila *a* en un lago urbano eutrófico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 55pp.

Villafranco, C.A.J. 2000. Avifauna del parque Tezozomoc Azcapotzalco. México, D.F. Tesis profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 63pp.

Walsh, C.J. 2000. Urban impacts on the ecology of receiving waters: a framework for assessment, conservation and restoration. *Hydrobiol.* 431: 107-114.

Wetzel, R.G. 1975. **Limnology**. Saunders. Philadelphia. 743pp.

Wetzel, R.G. y Likens, G.E. 2000. **Limnological analyses**. Saunders company. Philadelphia /London/Toronto. 357pp.

Wetzel, R.G. 2002. **Limnology. Lake and River Ecosystems**. 3ª. Ed. Academic Press, San Diego. 1006pp.

ANEXO I

Se determinaron 27 protozoos ciliados, 23 están compartidos en ambas zonas: limnética y litoral. A continuación se ubican taxonómicamente los 16 ordenes, 23 familias y 24 géneros de acuerdo a Lynn *et al.*, 2000. Así como una breve descripción de los organismos, basándose principalmente en Bick, 1972; Foissner *et al.*, 1999 y Lynn *et al.*, 2000 y las de este trabajo.

DIAGNOSIS DE ESPECIES

Phylum: Ciliophora (Doflein, 1901)

Subphylum: Intramacronucleata (Lynn, 1996)

Clase: Litostomatea (Small y Lynn, 1981)

Subclase: Haptoria (Corliss, 1974)

Orden: Haptorida (Corliss, 1974)

Familia: Actinobolinidae (Kahl, 1930)

Género: Actinobolina (Strand, 1928)

Especie: *Actinobolina wenrichii* (Wang y Nie, 1933)

Organismos de 80 a 125 por 30 a 50 micrómetros (*in vivo*), algunas veces se encuentran especies flotantes - suspendidas sin movimiento aparente de 60 a 90 micrómetros. Cuerpo ovoide, apertura oral apical y cubierta por cilios longitudinales u oblicuos de manera uniforme, citostoma ubicado en el extremo anterior; tentáculos retractiles, dos macronúcleos, una vacuola contráctil en la parte posterior del cuerpo.

Alimentación: Bacterívoros y carnívoros, suelen ser alimento de rotíferos.

Distribución: Algunas regiones de Europa, Asia y América, por lo regular se encuentra en charcas (agua estancada) con alto contenido de materia orgánica.

Familia: Didiniidae (Poche, 1913)

Género: Monodinium (Fabre-Domergue, 1888)

Especie: *Monodinium balbianii* (Fabr -Domergue, 1818.)

Tamaño *in vivo* de 50 a 12 por 30 a 80 micrómetros; por lo general de 50 a 80 micrómetros; el cuerpo es delgado en forma de barril; con una boca anterior a manera de chupón que abre a todo lo ancho del cuerpo (Rabdo), presenta una hilera de cilios en la parte media del cuerpo; el macronúcleo esta a la mitad del cuerpo, un micronúcleo globular; vacuola contráctil; en el cuerpo posterior termina la trompa y el tronco es de 5 a 10 micrómetros de largo.

Alimentación: Carnívoro.

Distribución: Cosmopolita.

Familia: *Spathidiidae* (Kahl en Doflein and Reichenow, 1929)
Genero: *Spathidium* (Dujardin, 1841)
Especie: *Spathidium sphetula* Kudo (Dujardin, 1841)

Organismos de hasta 250 micrómetros de largo, cuerpo en forma de frasco o costal comprimido, la región esta ligeramente angosta hasta formar un cuello truncado, la ciliatura es uniforme, el citostoma ocupa todo el extremo anterior, la vacuola contráctil es posterior, un macronúcleo alargado, posee varios micronúcleos.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Viven en agua dulce.

Familia: *Trachelophyllidae* (Kent, 1882)
Género: *Trachelophyllum* (Claparède y Lachmann, 1859)
Especie: *Trachelophyllum pusillum* (Perty, 1852)

Cuerpo alargado y aplanado, flexible con el extremo anterior en forma de cuello y punta truncada mide 200 micrómetros de largo; la citofaringe es angosta, ciliatura poco densa, dos macronúcleos, la vacuola contráctil es terminal presenta cilios en todo su rededor.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Cosmopolita en agua dulce y salada.

Orden: *Pleurostomatida* (Schewiakoff, 1896)
Familia: *Litonotidae* (Kent, 1882)
Género: *Litonotus* (Wresniowski, 1870)
Especie: *Litonotus fasciola* (Wrzeźniowski, 1870)

Organismo alargado (forma de frasco); hialino; con cuello y cola aplanados son moderadamente contráctiles; el extremo posterior es redondo, el cuello es fuerte, doblado hacia el lado dorsal: El citostoma es una hendidura larga; la vacuola contráctil es posterior, posee dos macronúcleos esféricos entre los cuales esta localizado un micronúcleo; mide 100 micrómetros de largo; los cilios se localizan únicamente sobre lado derecho -en el lado de la boca-.

Alimentación: Son carnívoros se alimentan de ciliados y flagelados.

Distribución: Es cosmopolita en todos los tipos de agua contaminados con material orgánico. Principalmente vive en agua dulce.

Clase: *Spirotrichea* (Bütschli, 1889)
Subclase: *Hypotrichia* (Stein, 1859)
Orden: *Euplotida* (Small y Lynn, 1985)
Suborden: *Euplotina* (Small y Lynn, 1985)
Familia: *Aspidiscidae* (Ehrenberg, 1838)
Género: *Aspidisca* (Ehrenberg, 1831)

Especie: *Aspidisca cicada* (O.F. Müller, 1786)

Organismos de 45 micrómetros de largo, cuerpo pequeño ovoide poco flexible, ramoneadora. Se observan generalmente dos porciones del cuerpo separadas con el lado dorsal derecho convexo, lado ventral aplanado; la superficie dorsal se observa arrugada conspicuamente. Los cirros se encuentran reducidos en números y están limitados a los frontales y a los anales (pueden presentar, siete cirros frontales ventrales y de cinco a doce anales). El macronúcleo tiene forma de herradura, vacuola contráctil posterior.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Cosmopolita y en aguas enriquecidas orgánicamente.

Subclase: Oligotrichia (Bütschli, 1887)

Orden: Halteriida (Petz y Foissner, 1992)

Familia: Halteriidae (Claparède y Lachmann, 1858)

Género: Halteria (Dujardin, 1841)

Especie: *Halteria grandinella* (Müller, 1773) Dujardin, 1841.

Cuerpo esférico o de triángulo ancho de 20 a 40 micrómetros de largo, presenta quince membranelas frontales y siete adorales del círculo anterior al final, la superficie del cuerpo lateral con siete grupos de cilios táctiles largos, la parte oral del peristoma tiene una membrana pequeña sobre el borde derecho y cirros sobre el izquierdo, posee una zona ecuatorial de ranuras pequeñas y oblicuas cada una con tres cirros largos, un macronúcleo oval, un micronúcleo, la vacuola contráctil se encuentra a la izquierda del citostoma; la locomoción es de dos tipos, movimientos rotatorios lentos o como flechas veloces.

Alimentación: Bacterívoro y en ocasiones alguívoro

Distribución: Europa, Norte de América, India en varios tipos de agua fresca y salobre.

Orden: Strombidiida (Petz & Foissner, 1992)

Familia: Strombidiidae (Fauré-Fremiet, 1970)

Género: Limnostrombidium (Krdiner, 1995)

Especie: *Limnostrombidium pelagicum* (Kahal, 1932) Krdiner, 1995

Cuerpo cónico engrosado, de ovoide a esférico; 25 a 60 micrómetros; presenta uno a dos surcos ecuatoriales y una gran boca ciliada que va desde la parte anterior al casi final de la posterior, presenta un macronúcleo globular o elipsoidal ubicado a la mitad del cuerpo.

Alimentación: Probablemente se alimentan principalmente de algas y algunas bacterias.

Distribución: Cosmopolita.

Subclase: Stichotrichia (Small y Lynn, 1985)

Orden: Sporadotrichia (Faure-Fremiet, 1961)

Familia: Oxytrichidae (Ehrenberg, 1838)
Género: Oxytricha (Bory de Saint-Vincent en
Lamouroux, Bory de Saint-Vincent ont
Deslongchamps, 1824)
Especie: *Oxytricha fallax* (Stein, 1859)

Aproximadamente 150 micrómetros, el cuerpo es elipsoide, la región posterior de la superficie es ampliamente redondeada, dos micronúcleos, una vacuola contráctil cerca del margen izquierdo posterior al área bucal. Presenta cirros en la parte anterior, cuya disposición es un carácter taxonómico; son organismos con la región posterior redonda y ancha.

Alimentación: Bacterias, algas y flagelados.

Distribución. Vive en agua dulce.

Clase: Colpodea (Small y Lynn, 1981)
Orden: Bursariomorphida (Fernández-Galiano, 1978)
Familia: Bursaridiidae (Foissner, 1993)
Género: Bursellopsis (Corliss, 1960)
Especie: *Bursellopsis nigricans* (Lauterborn, 1894)

Organismos de 65 a 180 micrómetros, *in vivo* 80 a 200 micrómetros; cuerpo ampliamente ovoide irregular, presenta una apertura oval, circular apical y grande, un macronúcleo (redondo) y un micronúcleo, vacuola contráctil.

Alimentación: Algas, algunos flagelados y ciliados, además de algunas bacterias.

Distribución: Cosmopolita (ya sea agua dulce o salada).

Especie: *Bursellopsis sp. (cf. nigricans)*

Organismos de 50 a 80 micrómetros; región oral invaginada como depresión visible, cuerpo ovoide, con un macronúcleo grande ovoide y central y un micronúcleo pequeño lateral.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Cosmopolita (ya sea agua dulce o salada).

El citostoma en estos dos géneros se encuentra localizado en o cerca del extremo anterior; la ciliatura del cuerpo es uniforme y completa, su cuerpo es oval, globoso o elipsoidales, la ciliatura es uniforme, algunas veces los cilios más largos están en la región anterior o en la posterior, el citostoma es circular, simple sin ningún anillo ciliar alrededor de el, la citofaringe puede o no presentar triquitos o tricocistos.

Orden: Colpodida (de Puytorac *et. al.*, 1974)

Familia: Colpodidae (Bory de St. Vincent, 1826)

Género: Colpoda (Müller, 1773)

Especie: ***Colpoda steini*** (O.F. Müller, 1773)

Su cuerpo mide de 15 a 42 micrómetros, (en forma de riñón), el citostoma se localiza en el primer tercio del extremo anterior, y con un haz de membranelas largas; tiene cinco o seis arrugas preorales, los cilios se encuentran en pares y son sencillos; tiene un par de cilios caudales largos, doce meridianos; el citostoma se encuentra ventralmente en la mitad anterior del cuerpo, en la base del vestíbulo ciliado.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Principalmente vive en agua dulce; puede vivir en varios órganos de la babosa terrestre, *Agrilolimax agrestis* (Reynolds, 1936).

Clase: Oligohymenophorea (de Puytorac *et al.*, 1974)

Subclase: Peritrichia (Stein, 1859)

Orden: Sessilida (Kahl, 1933)

Familia: Vorticellidae (Ehrenberg, 1838)

Género: Carchesium (Ehrenberg, 1830)

Especie: ***Carchesium polypinum*** (Linnaeus, 1758)

Organismos de 100 a 125 micrómetros, de largo; la colonia tiene hasta 3mm de largo (similares a los organismos del género *Vorticella*; pero coloniales), los mionemas del pedúnculo no son continuos y por lo tanto los organismos se contraen independientemente; ocasionalmente, las colonias miden hasta 4mm de alto y son observables a simple vista.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Cosmopolita, unido a las piedras, al detritus, a las plantas, insectos y sustratos artificiales, principalmente en charcas de agua dulce.

Familia: Vorticellidae (Ehrenberg, 1838)

Género: *Pelagovorticella* (Faure-Fremiet, 1920)

Especie: ***Pelagovorticella mayeri*** (Faure-Fremiet, 1920) Jankowski, 1980

Cuerpo acampanado invertido llevado sobre un pedúnculo contráctil; células extendidas *in vivo* cerca de 25 a 55 micrómetros. Siempre solitario aunque muchas especies son gregarias. El mionema del pedúnculo simula un ovalo (sección transversal) y contiene un sinusoidal filamento contráctil de forma sinuosa, que hace la contracción (en forma de zigzag). Las líneas horizontales igualmente espaciadas cercan el cuerpo, tiene una vacuola contráctil.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: En el plancton de los lagos, las charcas, y en los grandes ríos.

Familia: Vorticellidae (Ehrenberg, 1838)
Género: Vorticella (Linnazus, 1767)
Especie: *Vorticella convallaria* (Linnaeus, 1758)

El cuerpo es en forma de campana con el extremo anterior un poco angosto, generalmente sin gránulos refringentes en el endoplasma, mide de 50 a 95 por 35 a 53 micrómetros; el peristoma tiene de 55 a 75 micrómetros de ancho.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Observada en Europa, América, probablemente es cosmopolita -también en agua salobre- y durante todo el año. En Europa la abundancia más alta es frecuentemente en otoño y primavera y ocurre en todos los tipos de agua estancada.

Especie: *Vorticella microstoma* (Ehrenberg, 1830)

Organismos de 35 a 83 por 22 a 50 micrómetros; el peristoma tiene de 12 a 25 micrómetros de ancho; el pedúnculo continuo; La boca presenta ciliatura que enrolla en sentido contrario a las manecillas del reloj. Presenta un macronúcleo, un micronúcleo, una vacuola contráctil que se localiza cerca de la cavidad bucal, normalmente es solitario, aunque se encuentra en comunidades.

Alimentación: Bacterias, y algas pequeñas.

Distribución: Cosmopolitas, se presentan en aguas fluidas todo el año, las cuales contienen materia orgánica, es común en infusiones de agua dulce.

Familia: Astylozoidae (Kahl, 1935)
Género: Hastatella (Erlanger, 1890)
Especie: *Hastatella cf. radians* (Erlanger, 1890)

Organismos de 25 a 75 micrómetros, usualmente 50 micrómetros, cuerpo acampanado invertido (trompo) con un cinturón transversal de espinas de tamaño variable, que extienden para desplazarse en busca de alimento. Los cilios se enrollan en sentido contrario a las manecillas del reloj, alrededor de la región apical, sirven para atrapar el alimento.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Lagos y ríos (cosmopolita) generalmente planctónico, en piscinas temporales y permanentes así como en las aguas estancadas, especialmente cuando la abundancia de bacterias es alta.

Familia: Epistylididae (Kahl, 1933)
Género: Epystilis (Ehrenberg, 1830)
Especie: *Epystilis pigmaeum* (Ehrenberg, 1838)

Organismos de 17 a 50 micrómetros, pie dicotómicamente ramificado, los cilios orales hacen tres giros alrededor del disco del peristoma, vacuola contráctil levemente por debajo del collar peristomial y cercano a la pared ventral del vestíbulo. El pedúnculo es cortito y no contráctil.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Viven en colonias, usualmente solitarios, epibiontes en los crustáceos y los rotíferos planctónicos (unidos a crustáceos, raramente planctónicos).

Subclase: Scuticociliatia (Small, 1967)

Orden: Philasterida (Small, 1967)

Familia: Cinetochilidae (Perty, 1852)

Género: Cinetochilum (Perty, 1859)

Especie: *Cinetochilum margaritaceum* (Ehrenberg, 1831)

Organismos de 25 a 35 micrómetros, cuerpo ovalado elipsoide; muy aplanado, los cilios se encuentran solo sobre la superficie ventral aplanada, de tres o cuatro cilios caudales, el citostoma se localiza a la derecha de la línea media. En la mitad posterior, presenta una membrana sobre los dos bordes, la cual forma una bolsa, el área posterior es oblicua y carece de cilios, dirigido hacia el extremo posterior izquierdo, de tres a cuatro cilios caudales, un macronúcleo esférico y un micronúcleo en la parte central de la célula, la vacuola contráctil se encuentra en la parte posterior izquierda.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Europa, América, India, se encuentra extensamente en todos los tipos de agua que se deteriora la materia orgánica.

Orden: Pleuronematida (Fauré-Fremient en Corliss, 1956)

Familia: Cyclidiidae (Ehrenberg, 1838)

Género: Cyclidium (O.F. Müller, 1786)

Especie: *Cyclidium glaucoma* (O.F. Müller, 1773)

Organismos con cuerpo ovoide de 15 a 30 micrómetros, presenta un cilio caudal largo, membrana ondulante longitudinal que abarca un poco más de la mitad del cuerpo. Con un macronúcleo esférico y un solo micronúcleo cercano en la parte anterior del cuerpo, vacuola contráctil posterior; con un cilio caudal.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Europa, Norte de América, Nueva Zelanda, extensamente, en diversas zonas de agua dulce.

Subclase: Peniculia (Fauré-Fremient in Corliss, 1956)

Orden: Peniculida (Fauré-Fremient in Corliss, 1956)

Suborden: Parameciina (Jankowski in Small y Lynn, 1985)

Familia: Parameciidae (Dujardin, 1840)

Género: *Paramecium* (O.F. Müller, 1773)
Especie: *Paramecium aurelia* (O.F. Müller, 1773)

Una de las especies más pequeñas de *Paramecium* mide de 120 a 180 micrómetros de largo; cuerpo ovoide alargado, tiene dos micronúcleos vesiculares pequeños, un macronúcleo masivo, dos vacuolas contráctiles sobre la superficie aboral, el extremo posterior es mas redondo que el de *P. caudatum*, cilios caudales presentes, uno o dos micronúcleos que sirve para la reproducción sexual, la reproducción es generalmente asexual por la fisión binaria transversal, de vez en cuando sexual por la conjugación.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Cosmopolitas en charcas de agua dulce. Son cultivadas fácilmente en el laboratorio.

Especie: *Paramecium caudatum* (Ehrenberg, 1833)

Organismos de 180 a 300 micrómetros de largo, (en forma de suela de zapato), con un micronúcleo compacto, un macronúcleo masivo, dos vacuolas contráctiles sobre la superficie aboral; el extremo posterior es punteado; es la especie mas ampliamente distribuida, la ciliatura es uniforme (tanto el *P. aurelia* y *P. caudatum* tienen dos micronúcleos vesiculares, dos vacuolas contráctiles, cada una con los canales radiales).

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Cosmopolita, abundante a lo largo del año en las aguas estancadas y fluidas ricas en material orgánico.

Subclase: Hymenostomatia (Delage y Hérovard, 1896)
Orden: Hymenostomatida (Delage y Hérovard, 1896)
Suborden: Tetrahymenina (Fauré-Fremiet in Corliss, 1956)
Familia: Tetrahymenidae (Corliss, 1952)
Género: Tetrahymena (Furgason, 1940)
Especie: *Tetrahymena pyriformis* (Ehrenberg, 1830)

Ciliados de cuerpo piriforme cuya longitud varia entre los 40 y 90 micrómetros, de diecisiete a veintitrés meridianos ciliares; el citostoma es oblicuo, el cual ocupa aproximadamente un décimo de la longitud del cuerpo, con o sin micronúcleos; cilios que cubre todo el cuerpo en bandas longitudinales, en la cavidad bucal presentan cuatro membranelas ondulates que le sirven para la consecución del alimento.

Alimentación: Bacterívoro.

Distribución: Cosmopolita en agua dulce, con frecuencia ocurre en las aguas que contienen los materiales de plantas o animales (en aguas contaminadas con abono, registrado en los filtros de goteo, charcas y drenes de las aguas residuales).

Clase: Prostomatea (Schewiakoff, 1896)

Orden: Prorodontida (Corliss, 1974)
Familia: Colepidae (Ehrenberg, 1838)
Género: Coleps (Nitzsch, 1827)
Especie: *Coleps hirtus* (Nitzsch, 1827)

Organismos entre 44 a 54 micrómetros de largo por 27 a 30 micrómetros de ancho (forma de barril), posee de quince a veinte hileras de placas ectoplasmáticas ubicadas uniformemente, compuestas por carbonato de calcio; formando así placas longitudinales con filas meridionales en forma de ventanas cada uno, el cuerpo presenta tres proyecciones espinosas en el extremo posterior, un macronúcleo esférico, una a dos vacuolas contráctiles; el citostoma se encuentra en el extremo anterior, rodeado por cilios ligeramente más largos, uno o más cilios caudales largos, que a menudo no se observan.
Alimentación: Consume otros protozoos pequeños y algas.
Distribución: Son cosmopolitas, en todos los tipos de agua que contiene detritus orgánico; se encuentran por lo general en aguas contaminadas.

Clase: Phyllopharyngea (de Puytorac *et. al.*, 1974)
Subclase: Phyllopharyngia (de Puytorac *et. al.*, 1974)
Orden: Chlamyodontida (Deroux, 1976)
Familia: Chilodonellidae (Deroux, 1970)
Género: Phascolodon (Stein, 1859)
Especie: *Phascolodon vorticella* (Stein, 1859)

Organismos de 80 a 100 micrómetros de largo, en promedio cerca de 70 micrómetros de largo, cuerpo en forma de jarrón, el citostoma está cubierto por una membrana que posee una hendidura; tiene dos membranas perórales; el macronúcleo es ovoide; la región oral presenta una depresión antero-ventral debido a la ciliación lateral, dos vacuolas contráctiles.
Alimentación: Principalmente de algas solas y coloniales, así como de cianobacterias.
Distribución: En charcas, lagos y temporalmente en piscinas, en general en pequeños cuerpos de agua.

Subclase: Suctoria (Claparède y Lachmann, 1858)
Orden: Exogenida (Collin, 1912)
Familia: Podophryidae (Haeckel, 1866)
Género: Podophrya (Ehrenberg, 1838)
Especie: *Podophrya fixa* (Ehrenberg, 1838)

Organismo esférico, con los tentáculos de varias longitudes; con pedúnculo. El núcleo es esferoide, presenta una vacuola contráctil; mide de 10 a 28 micrómetros de largo; los tentáculos succionadores se encuentran en racimos o están distribuidos sobre toda la superficie del cuerpo; el enquistamiento es común.
Alimentación: Carnívoro (se alimenta de ciliados).

Distribución: Es cosmopolita, se encuentra todo el año en todos los tipos de aguas contaminadas, unidos a las algas, al detritus, y a las rocas, así como a los sustratos artificiales.

Género: Sphaerophrya (Claparède y Lachmann, 1859)

Especie: *Sphaerophrya soliformis* (Lauterborn, 1908)

Organismo esférico de 100 micrómetros, con numerosos tentáculos por todo el cuerpo (en la fase madura), la longitud de los tentáculos es aproximadamente de 30 micrómetros, con una longitud de un cuarto a un tercio del diámetro del cuerpo, presenta una vacuola contráctil, el núcleo es oval, un macronúcleo y una vacuola contráctil. La reproducción es asexual.

Alimentación: Es carnívoro, se alimenta de otros ciliados

Distribución: Es amplia pero sólo en los hábitat de agua dulce.