



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE BIOLOGIA

**ESTRUCTURA DE LA MICROFLORA PLANCTÓNICA Y
PERIFÍTICA EN EL LAGO DE CUITZEO**

TESIS

QUE PRESENTA:

MARISOL MARTÍNEZ MARTÍNEZ

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**DIRECTORA DE TESIS:
DRA. MARTINA MEDINA NAVA**

**CODIRECTOR DE TESIS:
M. C. RUBÉN HERNÁNDEZ MORALES**

**COMITÉ TUTORAL:
DRA. ISABEL ISRADE ALCANTARA
DR. EBERTO NOVELO MALDONADO
DR. FERNANDO W BERNAL BROOKS**

Morelia, Michoacán, Agosto del 2016.



DEDICATORIA

EL PRESENTE ES DEDICADO A MIS PADRES, POR SER EL EJE FUNDAMENTAL EN MI VIDA, POR SU CARIÑO, POR SER ESE APOYO INCONDICIONAL Y ESE MOTOR QUE ME HA IMPULSADO A SEGUIR ADELANTE Y HA HACER FRENTE A DIVERSAS SITUACIONES QUE SE ME HAN PRESENTADO EN CADA UNA DE MIS ETAPAS DE VIDA Y SOBRE TODO POR AYUDARME A CUMPLIR CADA UNO DE MIS OBJETIVOS COMO PERSONA Y COMO PROFESIONAL.

AL SR. ALBINO MARTÍNEZ OSORIO

Y

LA SRA. VIRGINIA MARTÍNEZ OSORIO

DE MANERA MUY ESPECIAL, ESTE LOGRO ES TAMBIÉN GRACIAS A TODOS Y CADA UNO DE MIS HERMANOS, POR SU COMPRESIÓN Y APOYO INCONDICIONAL, POR ESTAR SIEMPRE AL PENDIENTE DE MI, BRINDÁNDOME DE SU ALIENTO Y HACIÉNDOME SABER QUE SIEMPRE ESTARÁN CONMIGO CUANDO MAS LOS NECESITE.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por sus bendiciones y por brindarme cada una de las oportunidades para seguir creciendo como persona.

Ante todo, deseo agradecer a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A la Facultad de Biología de la U.M.S.N.H y al cuerpo académico, por brindarme de conocimiento y herramientas útiles para mi carrera.

Al Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, en el Área de Ecología y conservación, a su planta de profesores y a su programa académico, que han contribuido en mi formación, brindándome su conocimiento y materiales, los cuales me han permitido adquirir una mejor comprensión de las ciencias naturales.

Al laboratorio de Biología Acuática “J. Javier Alvarado Díaz” de la Facultad de Biología, por brindarme un espacio, conocimiento y herramientas para desarrollar mi actividad de investigación como tesista.

A la Facultad de Ciencias de la UNAM, en particular al Laboratorio de Algas Continentales, Ecología y Taxonomía, a sus profesores y alumnos por su acogimiento y por hacerme sentir una compañera más durante mi estancia de investigación.

Al Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la U. M. S. N. H. por las herramientas, materiales e información requerida para el desarrollo de mi investigación.

Al comité de sinodales integrado por la Dra. Martina Medina Nava, al M.C. Rubén Hernández Morales, el Dr. Everto Novelo Maldonado, la Dra. Isabel Israde Alcatara y el Dr. Fernando Walter Bernal Brooks por haber aceptado ser parte de la dirección y revisión de la presente investigación.

A mi directora de tesis, la Dra. Martina Medina Nava, no solo por dejarme ser su estudiante, si no también por su amistad, apoyo incondicional, disposición y orientación en la realización y culminación del presente escrito.

A mi co-director de tesis el M. C. Rubén Hernández Morales, especialmente por animarme a ingresar al programa de maestría, por su cuidadosa dirección y por su habilidad para saber orientarme.

Al Dr. Everto Novelo Maldonado, por haberme brindado de su valioso tiempo al recibirme como estudiante de estancia, pero principalmente por su visión al resaltar siempre lo importante de la presente investigación.

A la Dra. Isabel Israde Alcantara, por su colaboración en el presente estudio y especialmente por su disposición al regalarme de su valioso tiempo en la asesoría de limpieza, montaje e identificación del material biológico.

Al Dr. Fernando W. Bernal Brooks, por sus atinadas observaciones, sugerencias en la redacción del escrito y sus valiosos comentarios que han ayudado al desarrollo y culminación del mismo.

A la M. C. María del Rosario Ortega Murillo, por su valiosa amistad, compañía y por haberme facilitado información valiosa para la elaboración del presente documento.

A mis compañeros y amigos de la maestría, por compartir horas de clases, tareas, y sobre todo por brindarme su valiosa amistad, especialmente a la M. C. Katia I. Lemus, la Biol. Martha Rangel, la M. C. Indira Cervates, la M. C. Iveth M. Villa y al M. C. Pedro de Jesus Martínez.

A mis queridos compañeros y amigos del laboratorio de análisis de aguas y ficología, muy en especial a P. B. Marco A. Lara Lopez, Biol. Araceli Hurtado, P. B. Guillermo A. Guerrero, M. C. Berenice E. Vital, P. B. Nayeli Rossano, P. B. M. Zitlali Regalado, Biol. Blanca E. Soto, Alexis Pineda Reyes, Erick Sesento y a todos los demás chicos que recién se han incorporado en las áreas antes mencionadas (Ivan, Daniel, David, Ricardo Angela, y Elizabeth) a ellos que han sabido entenderme en mis momentos de máximo estrés, son quienes les agradezco por haber compartido este tiempo mientras llevaba acabo el presente trabajo.

A mis compañeros y amigos del proyecto, principalmente al M. C. Pedro de Jesus Martínez, al M. C. Valentin Mar Silva.

A mis queridas amigas, a la Lic. Arisbeydi Rendon Talavera, la Dra Laura Flores Martínez, la M. C. Mayra Flores Tolentino y a la Biol. Yoshira Lopez Antonio, les agradezco por brindarme palabras de ánimo, compañía y su amistad.

¡Gracias!

RESÚMEN

El presente estudio se realizó en el lago de Cuitzeo durante el 2012 (agosto-diciembre), 2013 (junio-octubre) y 2014 (diciembre) con el objetivo de analizar la estructura de la comunidad planctónica y la perifítica. Se colectaron muestras del fitoplancton (red cónica de arrastre y tomas directas) y perifíticas (raspados horizontes con cepillos y cuadrante de 5 x 5 cm²), depositadas en frascos de 250 ml, preservadas con formol al 4 %. La riqueza específica se conforma de 251 especies planctónicas y perifíticas en el lago de Cuitzeo, mejor representada por la clase Bacillariophyceae. Se identificaron 8 especies persistentes desde el Holoceno y 52 nuevos registros. El vaso este presentó mayor riqueza, así como un valor alto en frecuencia específica en la categoría de organismos exclusivos. Las especies más abundantes del perifiton y fitoplancton fueron *Spirulina prínceps*, *Snowella litoralis* y *Nitzschia frustulum*. La diversidad y dominancia de ambas comunidades presentaron una relación inversa. El análisis de similitud exhibe un alto valor entre el perifiton de los sitios Capacho y Copandaro ubicados en el vaso oeste. La máxima equitatividad se presentó en el perifiton. Las asociaciones algales fueron ordenadas por la temperatura del agua, transparencia, conductividad eléctrica, salinidad, pH, oxígeno disuelto, dureza total, alcalinidad total, demanda bioquímica de oxígeno, fósforo, nitratos y amonio. Se concluye que el deterioro de las condiciones ambientales del lago de Cuitzeo ha ido en aumento a través del tiempo, cambiando su estado eutrófico a altamente eutrófico con tendencia a la hipertroficación. Lo anterior favorece la dominancia del fitoplancton sobre el perifiton provocando una elevada interacción entre las dos comunidades por competencia principalmente por luz y nutrientes.

Palabras clave: microalgas, relación ecológica, lago tectónico-volcánico, somero, hiposalino.

Martínez M. M. 2016. **Estructura de la microflora planctónica y perifítica en el lago de Cuitzeo.** Tesis de Maestría. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. México. 275 pp.

SUMMARY

This study was conducted in Cuitzeo Lake in 2012 (August to December), 2013 (June-October) and 2014 (December) in order to analyze the structure of the planktonic and periphytic communities. Phytoplankton samples (conical trawl and direct samples) and periphytic (scrapings with brushes and quadrant of 5 x 5 cm²) were collected, deposited in 250 ml bottles, preserved with formalin 4%. Species richness is made up of 251 planktonic species and periphytic in Cuitzeo Lake, best represented by the Bacillariophyceae class. 8 persistent species were identified from the Holocene and we found 52 new records. The east zone presented greater wealth and a high value in specific frequency in the category of exclusive organisms. The most abundant species of phytoplankton and periphyton were *Spirulina princeps*, *Snowella litoralis* and *Nitzschia frustulum*. Diversity and dominance of both communities showed an inverse relationship. The similarity analysis exhibits a high value between periphyton of Capacho and Copandaro sites located in the west glass. The equality maximum was presented in the periphyton. The algal associations were ordered by the water temperature, transparency, conductivity, salinity, pH, dissolved oxygen, total hardness, total alkalinity, biochemical oxygen demand, phosphorus, nitrates and ammonium. It is concluded that the deteriorating environmental conditions of Lake Cuitzeo have been increasing over time, changing its eutrophic status to highly eutrophic to hipertroficación. This favors the dominance of phytoplankton onto periphyton causing high interaction between the two communities by competition mainly for light and nutrients.

Keywords: microalgae, ecological relationship, tectonic-volcanic, shallow, hyposaline lake.

M. Martínez M. 2016. **Structure of planktonic and periphytic microflora in the Cuitzeo Lake**. Master's Thesis. Faculty of Biology. Michoacán University of Saint Nicholas of Hidalgo. Morelia, Michoacan. Mexico. 275 pp.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1. Estudios ficológicos en el lago de cuitzeo	4
2.2. Estudios de las microflora planctónica y perifítica su relación con parámetros físicoquímicos.	5
3. HIPOTESIS.....	7
4. OBJETIVOS	7
4.1. General.....	7
4.2. Particulares.....	7
5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA.....	8
5.1. Localización geográfica	8
5.2. Fisiografía	9
5.3. Geología.....	9
5.4. Edafología	10
5.5. Clima.....	11
5.6. Vegetación	12
5.7. Hidrología	12
6. MATERIALES Y MÉTODOS	14
6.1. ACTIVIDADES DE CAMPO	14
6.1.1. Calendario de salidas	14
6.1.2. Sitios de muestreo.....	14
6.1.3. Parámetros físicoquímicos.....	15
6.1.4. Muestreo del material biológico	16
6.1.4.1. Fitoplancton.....	16
6.1.4.2. Perifiton.....	16
6.2. ACTIVIDADES DE LABORATORIO.....	17
6.2.1. Análisis cualitativo	17
6.2.2. Análisis cuantitativo	17

6.3. ACTIVIDADES DE GABINETE	18
6.3.1. Listado taxonómico.	18
6.3.2. Abundancia	18
6.3.3. Abundancia relativa	18
6.3.4. Frecuencia.....	19
6.3.5. Diversidad.....	19
6.3.5.1. Diversidad alfa.....	19
6.3.6. Similitud entre comunidades	19
6.3.7. Dominancia.....	20
6.3.8. Especificidad ecológica a factores abióticos del hábitat.....	20
6.3.9. Relación estadística existente entre comunidades perifíticas y planctónicas. 20	
6.3.10. Análisis donde se determina el recurso necesario y el óptimo desarrollo de las especies de ambas comunidades.....	20
7. RESULTADOS	21
7.1 Listado taxonómico.....	21
7.2 Descripción de las especies de la microflora adherida y planctónica en el lago de Cuitzeo Michoacán México.	38
7.3 Capítulo 1	179
7.4 Capítulo 2.....	211
8. DISCUSIÓN GENERAL	260
9. CONCLUSIONES GENERALES	264
10. BIBLIOGRAFÍA GENERAL	266

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Lago de Cuitzeo.	8
Figura 2. Ubicación de los sitios de colecta en el Lago de Cuitzeo.	14

CAPÍTULO I

FIGURA 1. 1. Ubicación geográfica del Lago de Cuitzeo.	183
--	-----

CAPITULO II

Figura 2.1. Ubicación geográfica del Lago de Cuitzeo.	215
Figura 2.2. Fluctuación espacial y temporal de la diversidad de Shannon de la comunidad perifítica y la planctónica en el lago de Cuitzeo.	220
Figura 2.3. Variación del índice de diversidad de Shannon de la comunidad del perifiton y fitoplancton en el lago de Cuitzeo.	221
Figura 2.4. Fluctuación espacial y temporal de la dominancia de la comunidad perifítica y la planctónica en el lago de Cuitzeo.	222
Figura 2.5. Variación del índice de dominancia de Simpson de la comunidad del perifiton y fitoplancton en el lago de Cuitzeo.	223
Figura 2.6. Fluctuación espacial y temporal de la similitud de la comunidad perifítica y la planctónica en el lago de Cuitzeo.	224
Figura 2.7. Fluctuación espacial y temporal de la equitatividad de la comunidad perifítica y la planctónica en el lago de Cuitzeo.	225
Figura 2.8. Variación de la equitatividad de la comunidad del perifiton y fitoplancton en el lago de Cuitzeo.	226
Figura 2.9. Análisis de correspondencia del fitoplancton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.	230
Figura 2.10. Análisis de correspondencia del fitoplancton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.	232
Figura 2.11. Análisis de correspondencia del fitoplancton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.	234

Figura 2.12. Análisis de correspondencia del fitoplancton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.....	236
Figura 2.13. Análisis de correspondencia del fitoplancton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.....	238
Figura 2.14. Análisis de correspondencia del perifiton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.	240
Figura 2.15. Análisis de correspondencia del perifiton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.	242
Figura 2.16. Análisis de correspondencia del perifiton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.	244
Figura 2.17. Análisis de correspondencia del perifiton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.	246

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Zonificación del lago tectónico volcánico de Cuitzeo. 15

Cuadro 2. Variables fisicoquímicas registradas en campo. 15

CAPÍTULO I

Cuadro 1. 1. Frecuencia de aparición y nuevos registros de especies. 195

CAPÍTULO II

Cuadro 2.1. Microalgas perifíticas y fitoplanctónicas con alto porcentaje de abundancia
relativa 218

Cuadro 2. 2. Variables físicas y químicas que determinan la presencia de las especies del
fitoplancton y perifiton. 227

ÍNDICE DE LÁMINAS

	Pag.
LÁMINA I	45
LÁMINA II	49
LÁMINA III	53
LÁMINA IV	57
LÁMINA V	60
LÁMINA VI	63
LÁMINA VII	68
LÁMINA VIII	75
LÁMINA IX	80
LÁMINA X	89
LÁMINA XI	92
LÁMINA XII	95
LÁMINA XIII	106
LÁMINA XIV	112
LÁMINA XV	115
LÁMINA XVI	121
LÁMINA XVII	126
LÁMINA XVIII	129
LÁMINA XIX	135
LÁMINA XX	142
LÁMINA XXI	147
LÁMINA XXII	152
LÁMINA XXIII	156
LÁMINA XXIV	162
LÁMINA XXV	169
LÁMINA XXVI	174
LÁMINA XXVII	177

LÁMINA XXVIII	178
----------------------------	-----

CAPÍTULO I

	Pag.
Lámina 1. 1.	202
Lámina 1. 2.	203
Lámina 1. 3.	204
Lámina 1. 4.	205
Lámina 1. 5.	206

1. INTRODUCCIÓN

La microflora en los ecosistemas acuáticos se integra por un conjunto diverso de organismos vegetales microscópicos no relacionados entre sí, considerados como talofitas, por carecer de tallos, raíces y hojas y su principal pigmento fotosintético es la clorofila *a* (Lee, 2008).

Las microalgas varían en tamaño, sin embargo, gran parte son microscópicas capaces de vivir en cualquier tipo de hábitat siempre que se tenga algún grado de humedad.

Las poblaciones de algas que se encuentran suspendidas en la zona fótica de la columna del agua se denominan fitoplancton, el cual comprende una gran variedad de tallas clasificadas como: picoplancton (0.2-2 μ m), nanoplancton (2-20 μ m), microplancton (20-300 μ m) y mesoplancton (200-300 μ m; John, 2002),

Son excelentes colonizadoras de hábitats, ya que también se desarrollan en el litoral de los ecosistemas acuáticos, creciendo sobre la superficie de sustratos naturales o artificiales denominadas como perifiton, con base en lo anterior, reciben distintas denominaciones: epilíticas a aquellas que crecen sobre rocas, epifíticas las que se encuentran sobre las plantas, epizoicas sobre animales, epipélicas las que viven dentro o sobre el sedimento y episámicas las que son capaces de existir en la arena (Darley, 1987).

La separación entre el plancton y perifiton parece estar bien delimitada, sin embargo, este límite no está estrictamente marcado ya que ambas comunidades se encuentran adyacentes, considerando el flujo intenso de organismos adheridos a la columna del agua y viceversa. Aunado a lo anterior, existen otros factores que hacen aún más difícil y confusa esta separación debido a la preferencia de hábitat de cada grupo o las formas de resistencia viables que habitan en los sedimentos (Poulickova *et al.*, 2008 y Rodríguez, 2008).

La coexistencia del plancton y perifiton requiere de luz y nutrientes, sin embargo, estos recursos no se encuentran distribuidos de forma equitativa en los diferentes hábitats, dando lugar a interacciones ecológicas entre dichas comunidades (Vadeboncoeur y Steinman, 2002).

Las interacciones entre poblaciones que conforman comunidades en ecosistemas acuáticos o terrestres, tienen relación directa con los cambios de la estructura de la comunidad. Esta serie de sucesos, tienden a mantener o no el equilibrio entre los recursos y la cantidad de individuos que los consumen. Cuando las poblaciones interactúan unas con otras, influyen en la capacidad de cada una para sobrevivir y reproducirse (Audesirk *et al.*, 2003).

En las comunidades de seres vivos existen interacciones entre cada uno de los componentes que lo integran ya sean factores abióticos (suelo, clima, el intercambio de sales, alimento, entre otros) o bióticos (como la abundancia de herbívoros, depredadores, patógenos, etc.) (Conell 1980 y Squeo *et al.*, 2006).

En sistemas acuáticos es inevitable que se generen las interacciones entre las comunidades del perifiton y el fitoplancton, debido a que están sometidas a condiciones como temperatura, luz, concentración de nutrientes y turbulencia, factores que se ven reflejadas con la presencia de las diferentes especies de algas (Lars, 1988 y 1992).

Vadeboncoeur y Steinman (2002), describen un modelo en el que se expone que en los lagos oligotróficos el perifiton domina sobre la comunidad planctónica, por tener acceso a recursos disponibles en el sedimento, además las especies del fitoplancton se encuentran en densidades bajas permitiendo una mayor penetración de luz, factor que aumenta la tasa de reproducción de las especies adheridas, mientras que, en sistemas eutróficos, la biomasa del fitoplancton limita la captación de luz por parte del perifiton, factor que limita el desarrollo de ésta comunidad.

Además de la captación de la luz existen otros factores que dan paso a las relaciones entre la microflora adherida y la planctónica, como la morfometría que posee cada ecosistema acuático, ya que un sistema poco profundo puede estar dominado por el perifiton, sin embargo, puede tener limitaciones de luz por altas densidades del fitoplancton, por sólidos en suspensión o por altas concentraciones de material orgánico disuelto (Vadeboncoeur y Steinman, 2002).

El lago de Cuitzeo es un sistema cálido de origen tectónico-volcánico, somero, amplio y con una alta concentración de nutrientes, así como altos niveles en salinidad, conductividad y alcalinidad. Su velocidad de azolve se ha acelerado principalmente por acción

antropogénica, causada por la deforestación de la cuenca, la entrada de aguas residuales domésticas, industriales y agrícolas sin tratamiento a través de sus principales afluentes, además del desequilibrio hidrológico (Israde y Garduño, 1999; Israde et al., 2002 e Israde *et al.*, 2010).

En éste sistema lacustre se han realizado diversos estudios de tipo paleolimnológico y limnológico, que a su vez permiten conocer el comportamiento y los cambios en el establecimiento de las comunidades acuáticas autótrofas (hidrófitas, fitoplancton, perifiton) y heterótrofas (peces, zooplancton, etc.). Entre los cuales se distingue que los procesos físicos, químicos y biológicos están influenciados por la heterogeneidad espacial y su configuración electroquímica (Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999; Israde et al., 2002; Ortega *et al.*, 2009; Israde *et al.*, 2010; Ortega *et al.*, 2010 y Ortega *et al.*, 2011).

Por tanto, con base en la heterogeneidad espacial que presenta el lago de Cuitzeo, la presente investigación se enfoca en los efectos que tiene ésta en el establecimiento de la comunidad del fitoplancton y el perifiton, así como en su estructura, como una expresión de las interacciones biológicas entre las comunidades adheridas y planctónicas en el lago somero hipertrófico de Cuitzeo.

De manera complementaria se presentan datos relevantes sobre la evolución ecológica con una perspectiva espacio-temporal con base en el registro de condiciones ecológicas, obtenidas del análisis de la microflora planctónica y bentónica, con la finalidad de analizar cambios temporales y espaciales en la actualidad y las diferencias con las condiciones ecológicas antiguas con base en la microflora actual y la del pasado.

Dichos análisis se llevaron a cabo dentro del proyecto “Estado trófico e integridad biótica de un lago tropical del Centro de México”, financiado por la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

2. ANTECEDENTES

2.1. Estudios ficológicos en el lago de Cuitzeo

En el lago de Cuitzeo existen investigaciones que relacionan a la microflora planctónica y perifítica con las variables físicas y químicas las cuales son utilizadas para interpretar la calidad ambiental del lago.

Asimismo, existen otras contribuciones que analizan estos cambios en periodos geológicos, con base en el análisis de núcleos, estableciendo fechamientos utilizando al grupo de las diatomeas. Estos estudios han descrito a tres épocas geológicas, las cuales comprenden el Neogeno, el Cuaternario Tardío y el Pleistoceno tardío-Holoceno (Israde, 1997; Israde *et al.*, 2002 y 2010).

De forma histórica se han registrado fases de pérdida y recuperación de la columna de agua, variación en los valores de turbiedad, diluciones en la carga nutrimental y variación en el estado trófico.

En la primera de las épocas se describe a una de las etapas de mayor profundidad en el lago, el cual es sugerido por la presencia de especies como *Aulacoseira prae-islandica*, *A. granulata*, *A. goetzeana*, *A. nyassensis* y *Thalassiosira cuitzeonensis*. Mientras que parte del Cuaternario Tardío, las condiciones indican un ascenso del nivel lacustre con aguas diluidas, sugerido por la dominancia de *Stephanodiscus* sp., *Aulacoseira* sp. y algunas especies de *Fragilaria*, por otro lado, antes de finalizar esta época las condiciones del lago cambian, ya que el cuerpo de agua registró disminución en su profundidad, con elevado incremento de la turbidez y concentración iónica, indicado por la dominada por *Cyclotella meneghiniana*. Finalmente, en el Pleistoceno-Holoceno, las condiciones comienzan a ser similares a las del presente, lo relevante de esta época es que la composición de las microflora se vuelve monoespecífica, con una dominancia del 95% de *Cyclotella meneghiniana* (Israde, 1997; Israde *et al.*, 2002 y 2010).

En el lago de Cuitzeo se han realizado estudios que describen condiciones recientes del espejo de agua, con base en los registros de los diferentes grupos algales del plancton y del perifiton en conjunto con las variables físicas y químicas. Cabe destacar que

limnológicamente el espejo de agua ha sido dividido en tres secciones (el vaso oeste, vaso centro, y vaso este), (Ortega, 1985 y 2002; Ortega *et al.*, 2009, 2010 y 2011).

Desde 1979 al 2008 los grupos dominantes de algas que se han registrado son Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta y Euglenophyta. Así mismo como se indica en el Pleistoceno-Holoceno hasta los estudios con fechas más recientes, muestran que *Cyclotella meneghiniana* ha sido la especie dominante desde el pasado a la actualidad en todo el lago, pero principalmente en el vaso oeste. La presencia de dicha especie en los vasos sugiere que en el cuerpo de agua continúa el incremento de la turbiedad, concentración electrolítica, salinidad, disminución de la columna de agua, y aguas con eutrofia avanzada tendientes a la hipertrofia (Ortega, 1985 y 2002; Ortega *et al.*, 2009 y 2010; Israde *et al.*, 2010; y Ortega *et al.*, 2011).

2.2. Estudios de las microflora planctónica y perifítica su relación con parámetros fisicoquímicos.

Existen estudios que analizan la relación entre las variables fisicoquímicas y el comportamiento de las comunidades de microalgas planctónicas y perifíticas. Así mismo, analizan algunas de las interacciones que se presentan entre estas dos comunidades.

En un estudio realizado en Iowa se obtuvo que la microflora que se desarrolla en el epipelon es la fuente que suministra especies a la comunidad planctónica, creando una relación de competencia entre ambas comunidades, ya que solo algunas especies pueden realizar sus funciones normales entre ambas (Donald, 1977).

Otro de los factores que afectan a la estructura de las comunidades de microalgas, es la limitación nutrimental de los sistemas acuáticos, como lo describe Moss (1981), al observar que en un ambiente dominado por cianobacterias y enriquecido por fósforo, la poca disponibilidad de nitrógeno limita el crecimiento de dichas comunidades principalmente el perifiton, a su vez identifica dos tipos de asociaciones de diatomeas, la primera que aparentemente es exclusiva de vivir adherida y otra que esta compartida con el fitoplancton.

De igual forma Havens *et al.* (1996), además de la limitación de nitrógeno-fósforo, mencionan que la limitación por la captación de luz da lugar a la posible competencia entre la comunidad bentónica y la planctónica, debido al incremento en la biomasa del fitoplancton que restringe la penetración de dicho recurso a la zona en donde se encuentra la comunidad adherida. Indica que ambas comunidades poseen la misma estructura debido en gran parte de organismos meroplanctónicos.

Sin embargo, Sánchez *et al.* (2013), exhiben que además la limitación de luz está ligada a los niveles altos de turbiedad las cuales también afectan el desarrollo de la comunidad perifítica. Encuentra que a pesar de estas características la comunidad logra establecerse por la gran disponibilidad de nutrientes, la cual estuvo dominada por organismos heterótrofos y otros grupos de microlagas bien adaptados a la limitación de luz.

Asimismo, se ha descrito que el parecido en la composición de especies entre ambas comunidades, se debe también a la poca profundidad de los ecosistemas acuáticos al poseer una mezcla constante producida por la fuerza del viento (Rodríguez, 2008).

Aunado a lo anterior en el caso de la comunidad perifítica se dice que su crecimiento está influenciado por la conductividad eléctrica, ortofosfatos, silicio y concentraciones de cloruro, mientras que para el plancton estuvo relacionado con la conductividad eléctrica, pH, oxígeno, hierro, nitrógeno y silicio (Zebeck, 2013).

3. HIPOTESIS

Los atributos de la microflora planctónica (riqueza, abundancia, diversidad y dominancia) modifican estacionalmente la estructura de las microalgas adheridas en un ciclo anual

4. OBJETIVOS

4.1.General

Determinar la relación existente entre la estructura de la comunidad de microalgas adheridas y la estructura de la comunidad de microalgas planctónicas en el lago somero hipertrófico de Cuitzeo un ciclo anual.

4.2.Particulares

- Obtener un listado taxonómico de las microalgas adheridas y planctónicas del lago tectónico volcánico de Cuitzeo.
- Realizar una descripción taxonómica de las especies determinadas en el periodo de estudio, con base en las características diagnósticas relevantes de cada grupo.
- Determinar la estructura de la comunidad (abundancia, frecuencia, diversidad alfa y beta, dominancia), de las microalgas adheridas y planctónicas en un ciclo anual.
- Establecer la relación existente entre las microalgas adheridas y las planctónicas, especificando patrones ecológicos de grupo en cada una de las épocas predominantes climáticas.

5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

5.1. Localización geográfica

El vaso de recepción del lago de Cuitzeo, se encuentra al noreste del estado de Michoacán y al sureste del estado de Guanajuato (Fig. 1), a una altitud de 1800 msnm en las coordenadas $19^{\circ} 55' 07.08''$ - $19^{\circ} 55' 12.48''$ latitud norte y $101^{\circ} 07' 52.39''$ - $101^{\circ} 05' 48.59''$ longitud oeste (INEGI, 2006).

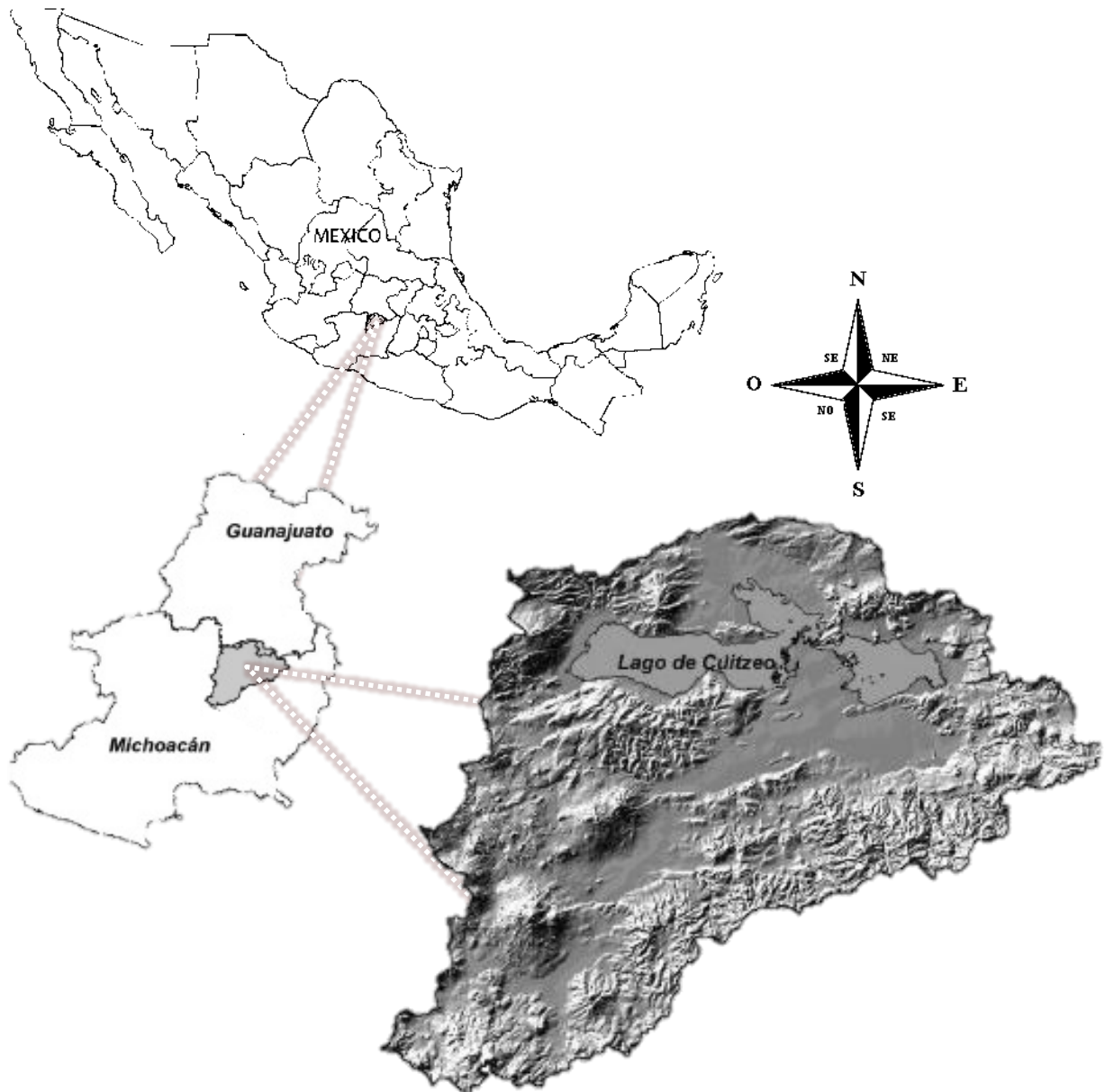


Figura 1. Ubicación geográfica del Lago de Cuitzeo.

5.2.Fisiografía

El lago de Cuitzeo está ubicado dentro del Sistema Volcánico Transversal, en la zona centro-sur de México, el cual es una franja volcánica del Cenozoico, en esta franja la actividad dió lugar a un gran número de cuencas endorreicas, las cuales originaron el desarrollo de lagos, formados por el bloqueo del drenaje original.

En la cuenca se diferencia seis zonas geomorfológicas: las planicies que cubren una superficie de 727 km², las cuales se conforman por depósitos superficiales y lacustres recientes; los piedemontes abarcan una superficie de 449 km², se conforman de conos de lavas andesíticas e ignimbritas del Cuaternario y cenizas del pleistoceno y depósitos superficiales del reciente; las colinas representan una superficie de 943 km², se desarrollan sobre depósitos superficiales del reciente, volcanes monogenéticos del Holoceno-Pleistoceno y depósitos de caída de diferentes épocas dentro del Cuaternario; los lomeríos bajos tienen una superficie de 393 km², se localizan sobre conos andesíticos, de lava y cenizas, derrames de basaltos, adornos dacíticos y riolíticos y depósitos superficiales; los lomeríos altos abarcan una superficie de 899 km², sobre basaltos y andesitas, conos de lava, cenizas y derrames andesíticos (Mendoza y Bocco, 2010).

5.3.Geología

Al sur de la cuenca se presenta una secuencia de rocas volcánicas donde se observan grandes estructuras de estrato volcánes, formados de andesitas, dacitas y riolitas que dieron origen a estructuras caldéricas y las mesas de flujos piroplásticos riolíticos, la edad de esta secuencia se encuentra entre Oligoceno al Mioceno.

La zona morfológica de lomeríos bajos y valles está conformada, por bloques basculados de andesitas e ignimbritas mientras que los lomeríos, se encuentran los valles y planicies ocupados por secuencias lacustres y fluvio-lacustres de hasta 100m de espesor; al oeste y norte del lago aflora el vulcanismo del CVTM, donde destacan volcanes semiescudo. Sus lavas contienen piroxenos y anfíboles, además de silicatos propios de rocas andesíticas basálticas; en el sector oriente del lago se observan productos volcánicos de la Caldera de Los Azufres, conformados por unidades de secuencia andesítica muy fracturada y alterada,

así mismo por productos piroplásticos e ignimbritas, domos riolíticos, domos dacíticos y vulcanismo monogenético, domos riolíticos y por último, la caldera reactiva durante el Pleistoceno-Holoceno que emiten productos piroclásticos con eventuales inyecciones de obsidiana que se observan en el sector oeste de la caldera.

Finalmente, la planicie de San José Cuaracurio es el punto más elevado que han alcanzado las aguas de este vaso lacustre, en este sector se conforma por un límite que divide el semigraben al poniente y el graben al oriente del lago de Cuitzeo (Garduño e Israde, 2010).

5.4. Edafología

En la cuenca dominan cinco unidades de suelo, que se encuentran distribuidas en el paisaje. En la zona montañosa se presentan tres unidades de suelo de composición ácida: Andosoles en las zonas más altas de la cuenca entre los 2,300 a 3,100 msnm sobre los conos volcánicos, en ambientes húmedos con pendientes que varían de extremas a moderadas, los cuales se desarrollan a partir de cenizas volcánicas, localizados en áreas con alto potencial de recarga de agua para la cuenca; Acrisoles y Luvisoles, localizados en ambientes similares, pero a menor altitud (1900 a 2700 msnm).

Los suelos se caracterizan por ser ácidos y fuertemente meteorizados, los Luvisoles ocurren principalmente en áreas de pendientes suaves; a menor altitud (2000 a 2350) se encuentran los Feozem, de color oscuro y ricos en materia orgánica, se localizan en zonas llanas a onduladas de pendientes suaves; los Vertisoles, se localizan en depresiones y zonas planas entre los 1900 y 2,300 m de altitud.

Los Leptosoles se reconocen por estar limitados en profundidad por roca continua o una capa endurecida como el tepetate dentro de los primeros 25cm, son comunes en las laderas de los cerros y lomeríos con pendiente accidentada y en derrames lávicos; los Planosoles, son ubicados en zonas llanas o en depresiones inundables, este tipo de suelo se origina de depósitos de arcilla aluviales y coluviales, su principal uso es de pastoreo extensivo.

Los Gleysoles se encuentran en zonas de inundación, posiciones bajas del paisaje y en particular en la ribera del lago; los Solonchaks están principalmente en la ribera del lago y en áreas donde el agua subterránea asciende, disolviendo y arrastrando sales que se

depositan en la superficie del suelo, los cuales se presentan en alto contenido dentro de los primeros 50 cm.

Los Cambisoles se sitúan en terrenos llanos a montañosos con gran variedad de vegetación, constituyen buenas tierras agrícolas y se usan intensivamente; los más ácidos, aunque menos fértiles, se emplean en la agricultura mixta y como tierras de pastoreo y forestales (Sánchez y Ayala, 2010).

Los suelos se presentan en diferente proporción en cada municipio de la cuenca de Cuitzeo, cada unidad de suelo tiene distinto potencial de uso y de manejo.

5.5.Clima

En el vaso lacustre el clima predominante es templado con lluvias en verano CB (w) w (e) g y el más húmedo de los secos (García, 1988).

Las diferencias de altitud y exposición en los vientos dominantes, modificaron la cantidad de lluvia y el valor en las temperaturas, originando que en una región pueda encontrarse fluctuaciones en los grados de humedad y temperatura, lo que produce una amplia diversidad de climas.

En la región del lago Cuitzeo predominan climas templados subhúmedos con lluvias en verano Cwo y Cw1. Por ejemplo, en Cuitzeo el clima es C w o (w) b (i') g; mientras que en Copandaro y Huingo es Cw1(w) b (i') g, estos tres lugares presentan un clima templado subhúmedo, con lluvias en verano; pero el tipo Cwo es menos húmedo que el Cw1.

Hacia el norte del lago en el bajío, las temperaturas son más altas, los climas son semicálidos subhúmedos, (A) C w o (w) a (i')g, con régimen de lluvia en verano y menos de 5% de lluvias en invierno. En contraste, hacia el sur, el clima es un poco más lluvioso, semicálido subhúmedo (A)Cw1(w)b(e)g, también con escasa lluvia invernal, con un verano fresco y largo como indica la letra b. por lo que la oscilación de su temperatura media anual es extrema, hay 7°C de diferencia entre el más caliente (mayo) y el mes más frío (enero)

y la marcha de la temperatura es de tipo Ganges, es decir, que el mes más caliente del año es mayo (Vidal, 2010).

5.6. Vegetación

La diversidad específica de su flora es alta, ya que está representada por 40 familias, 70 géneros y 92 especies, el cual, 25 de ellas son estrictamente acuáticas y 30 subacuáticas, pertenecientes al género de *Typha* (chuspa), *Schoenoplectus* (tule), *Eichornia* (lirio acuático), *Eleocharis* y *Phragmites*, además de plantas sumergidas como *Potamogeton pectinatus* (coture), el cuál domina en gran parte del lago y *Chara canescens* (alga).

En la ribera del Lago se encuentra un tipo de cacaatéas y vegetación halófila, el cual corresponde a un tipo de matorral xerófilo, dominado por asociaciones de huizache-mezquite (Rzedowski, 1978).

Entre la vegetación arbórea de la ribera se encuentran mezquites (*Prosopis* sp.) y huizaches (*Acacia* sp.), casahuate (*Ipomea murucoides*), pirul (*Shibus molle*) y granjenos (*Celtis palida*). El cuanto al estrato inferior este, está constituido por agrupaciones del género *Opuntia*, halófilas del género *Distichtlis*, verdolaga (*Portulacca aleracea*) y romerito (*Suaeda nigra*).

5.7. Hidrología

El lago de Cuitzeo pertenece a la Región Hidrológica No. 12 de Lerma-Chapala. La hidrología se caracteriza por el predominio de corrientes intermitentes y la presencia de algunas perennes, entre las que sobre salen los Ríos Grande de Morelia y Zinapécuaro; ambos drenan el 45% de la superficie de la cuenca.

El patrón de drenaje en la porción elevada de la cuenca es de dendrítico a subdendrítico, la mayor densidad de escurrimiento se localiza hacia la porción elevada del sur de la misma, mientras que en la porción norte son escasos con la red de drenaje poco desarrollada, al igual que en el sector centro-oriental con volcanismo reciente. La corriente principal que alimenta el lago es el Río Grande de Morelia, el cual fluye de suroeste a noreste; durante su recorrido alimenta la presa Cointzio y recibe, aguas abajo, del caudal del Río Chiquito, su principal afluente, el de los manantiales de la Mintzita, Itzécuaro y la Quemada y las aguas

negras de la ciudad de Morelia. Estos escurrimientos se aprovechan totalmente en el regadío de los valles de Charo, Álvaro Obregón y Tarímbaro, por lo que el patrón de drenaje ha sido modificado con la construcción de obras hidráulicas, dando origen a una serie de canales de riego que cruzan la zona conocida como El Bordo y alcanzan el lago al sur en una zona de humedal.

Por otra parte, el río Zinapécuaro nace en la sierra de Otzumatlán, fluye hasta el poblado de Queréndaro y entra a la presa de Malpaís, en donde también desemboca el río Queréndaro, otra de las corrientes permanentes de la cuenca. Otras corrientes perennes importantes son las de Lagunillas y Los Naranjos, y los arroyos San Marcos, Colorado y Guadalupe (Carlón *et al.*, 2010).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. ACTIVIDADES DE CAMPO

6.1.1. Calendario de salidas

El análisis sobre la estructura de cada una de las comunidades de microalgas en su hábitat pelágico como planctónico, se basó en salidas al campo en el apogeo de las estaciones climáticas, tomando muestras en los meses de agosto y diciembre del 2012, marzo y junio del 2013 y diciembre de 2014.

6.1.2. Sitios de muestreo

Los sitios de colecta fueron seleccionados mediante una salida preliminar, en el cual se tomó en cuenta la accesibilidad al lugar de muestreo en las épocas climáticas del año y las características limnológicas del vaso lacustre (Cuadro 1), con la finalidad de caracterizar al seno este, centro y oeste, donde se consideraron seis puntos de muestreo (Fig. 2).

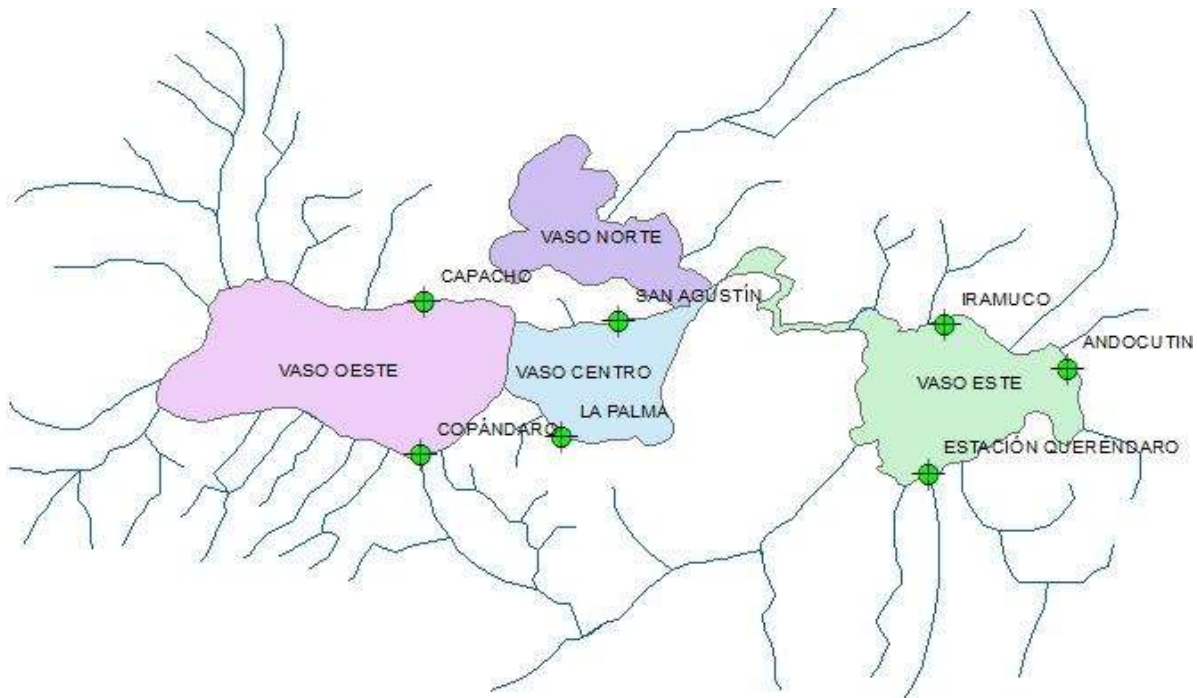


Figura 2. Ubicación de los sitios de colecta en el Lago de Cuitzeo.

Cuadro 1. Zonificación del lago tectónico volcánico de Cuitzeo.

ZONAS	CARACTERÍSTICAS	SITIOS
VASO OESTE	Es la sección del vaso menos profunda, con valores altos en salinidad, conductividad, alcalinidad y oxígeno disuelto (Ortega, 2011)	- Capacho - Copándaro
VASO CENTRAL	Corresponde a una zona de transición, aquí las condiciones con base a la salinidad, conductividad y alcalinidad se encuentran en concentraciones intermedias (Ortega, 2011)	- La Palma - San Agustín
VASO ESTE	Constituido por aguas más dulces con respecto a las zonas anteriores, ya que en esta parte del vaso lacustre se localizan los ingresos de aguas de desecho doméstico, la entrada de aguas negras y de desechos domésticos, agrícolas e industriales, haciendo que los valores de salinidad, conductividad y sólidos sean bajos, (Ortega, 2011)	- Iramuco - Andocutín - Dren - Queréndaro

6.1.3. Parámetros fisicoquímicos

En cada sitio de colecta se determinaron las variables ambientales, siguiendo los criterios de APHA-AWWA-WPCF (1995), como se enlista a continuación (Cuadro 2):

Cuadro 2. Variables fisicoquímicas registradas en campo.

VARIABLE	TÉCNICA
Temperatura del aire (°C)	Termómetro de mercurio
Temperatura del agua (°C)	Termómetro de mercurio
Transparencia (m)	Disco de Secchi
Profundidad (m)	Sonda graduada en metros
Nubosidad	Escala Beaufort
Velocidad y dirección del Viento	
Oxígeno disuelto (mg/L)	Método de Winkler, modificado a NaN3

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Conductivímetro de campo marca “Conductronic” modelo PC-18
Salinidad (mg/L)	
Sólidos Totales Disueltos	
Potencial de Hidrógeno	Potenciómetro de campo

6.1.4. Muestreo del material biológico

El material ficológico, fue colectado extrayendo muestras de la comunidad adherida y planctónica.

6.1.4.1. Fitoplancton

La obtención de la comunidad planctónica, se realizó de forma cualitativa y cuantitativa, en el cualitativo realizaron filtrados estacionales, con ayuda de una cubeta de 12 litros y una red cónica de 10 y 39 μm , mientras que en el cuantitativo se hicieron tomas directas de la superficie de la columna del agua.

6.1.4.2. Perifiton

La colecta del material se efectuó en diferentes sustratos naturales de forma cuantitativa y cualitativa, en el primer caso, se obtuvo con un cuadrante de 5 x 5 cm, por medio de raspados con un cepillo de cerdas suaves en forma circular, sobre cada sustrato, cada uno de los cepillos se lavaron con agua filtrada del medio. Mientras que en el análisis cualitativo se extrajo el material biológico raspando el resto de cada uno de los sustratos. Dichas muestras fueron resuspendidas en 200 mL de agua filtrada del medio con membranas GF/C.

El total de muestras obtenidas incluyen la colecta de ambas comunidades, en cada una de las estaciones climáticas más un muestreo extra que se realizó en diciembre del 2014 donde se incluyó el sitio Copandaro, debido a que en los muestreos previos no fue posible la extracción de muestras de este sitio porque en esa sección del vaso se secó. Todo el material colectado se depositó en frascos de 250 mL, las cuales fueron fijadas con formol a una concentración final del 4 %. Cada uno de los frascos se etiquetaron con los siguientes datos: Localidad, sitio de colecta, fecha, comunidad, sustrato, fijador y nombre del colector. El material obtenido se transportó al Laboratorio de Biología Acuática “J. Javier Alvarado

Díaz' de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo para su posterior análisis.

6.2.ACTIVIDADES DE LABORATORIO

6.2.1. Análisis cualitativo

El material se identificó a nivel específico correspondientes a los grupos de Ochrophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenophyta, Dinophyta, y Charophyta, pertenecientes tanto a la comunidad del fitoplancton como a la comunidad del perifiton, con base en literatura especializada como Patrick y Reimer (1966, 1975); Whitford y Schumacher (1973); Prescott y Vinyard (1982); Conforti (1986); Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a y 1991b); Round *et al.*, (1990 y 2000); Dillard (1990); Comas (1996); Krammer K. (2000 y 2002); Komárek y Anagnostidis (2001, 2002) y John *et al.*, (2002).

Se consideró un tamaño mínimo de muestra de siete gotas, establecido por la curva de acumulación de Braun Blanquet (1979). La determinación se efectuó con un microscopio compuesto marca AmScope con los objetivos 40 y 100 X y un microscopio fotónico con contraste interdifereencial (Nikon Optiphot) y una cámara digital (Nikon Coolpix).

La determinación de las especies pertenecientes al grupo de las diatomeas, se realizó con ayuda de una limpieza de frústulos con la finalidad de eliminar carbonatos por adición de ácido clorhídrico al 30% a 100 °C hasta la digestión total, por 10 minutos aproximadamente. Posteriormente el material orgánico restante se eliminó con la adición de peróxido de hidrógeno, después se calentó hasta su ebullición, posteriormente se hicieron lavados con agua destilada repetidamente hasta la neutralización.

La materia orgánica que permaneció adherida a los frústulos después del tratamiento anterior, se eliminó con la adición de 20 mg de dicromato de potasio, por último, nuevamente se realizaron lavados a las muestras con agua destilada hasta su neutralización (Iserentant *et al.*, 1999).

6.2.2. Análisis cuantitativo

Una vez determinado el material se prosiguió a su cuantificación. En el conteo de los organismos se utilizó un microscopio invertido modelo ID03 marca ZEISS con el objetivo de 32 X; empleando una modificación basada en la técnica de Utermöhl (1958), misma que

consideró el conteo de todas las especies encontradas, tanto en el campo central, así como a las especies halladas en los laterales (Schwoerbel 1975), con un tamaño mínimo de muestra, en el caso del perifiton, los resultados se reportaron como Org/cm² mientras que en el fitoplancton como Org/mL.

Cabe mencionar que en la cuantificación de las especies pertenecientes al grupo de las diatomeas se contaron todas las valvas, pero separando aquellas que portaron cloroplastos, de las que no los contienen, para diferenciar al grupo fisiológicamente activo al momento de la colecta. Mientras que en los demás grupos esta distinción no se realizará debido a que dichos organismos al momento de morir no dejan estructuras que pudieran modificar los resultados de dicho conteo.

6.3.ACTIVIDADES DE GABINETE

6.3.1. Listado taxonómico.

El arreglo sistemático se obtuvo según los criterios expuestos por Hoek *et al.*, 1995. Con respecto al grupo de las diatomeas se consideraron los criterios de Kramer y Lange Bertalot (1986, 1988, 1991a y 1991b) y Kramer (2000 y 2002). Además, se tomaron en cuenta las actualizaciones de la página www.algaebase.org (Guiry y Guiry, 2015).

6.3.2. Abundancia

Se determinó por un conteo directo y biovolumen de acuerdo a lo señalado en el apartado de cuantificación del presente escrito.

6.3.3. Abundancia relativa

Describe a la fracción de una especie dentro de una comunidad con respecto a su abundancia total. Se obtuvo mediante la fórmula de Krebs (1985), enunciada como sigue:

$$AR = (A / AT) * 100$$

En donde: AR = abundancia relativa de la especie X

A = abundancia de la especie X

AT = sumatoria de abundancias de todas las especies.

6.3.4. Frecuencia

Se estimó siguiendo lo establecido por Krebs (1985), en su ecuación matemática

$$FA = NVA/NTC (100)$$

Dónde:

FA = es la frecuencia de aparición de la especie *i*

NVA= el número de muestras analizadas en donde aparece la especie

NTC= el total de muestras analizadas.

El cual será interpretado siguiendo el criterio de Licea (1974).

6.3.5. Diversidad

6.3.5.1. Diversidad alfa

Se asocia con el número de especies (riqueza) en una comunidad, es decir un área biológicamente homogénea. Se calculó siguiendo el índice de Shannon-Wiener (Magurran, 1988), con ayuda del paquete estadístico Biotool's versión 0.10 (Hanks, 1998).

6.3.6. Similitud entre comunidades

Se valoró con el índice de similitud o disimilitud, el cuál expresa el grado de semejanza entre dos muestras (o en este caso entre ambas comunidades) en donde solo se consideró la composición de especies, mediante el índice de similitud de Jaccard (Coeficiente de similitud I_j):

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Dónde:

a= número de especies presentes en el sitio A

b= número de especies presentes en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A+B

El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies.

Haciendo uso de métodos de ordenación y clasificación, mediante el paquete estadístico MVSp versión 3.0

6.3.7. Dominancia

Esta variable expresa, el porcentaje de abundancia que corresponde a las dos especies más comunes, y proporciona un diagnóstico del comportamiento de la comunidad, ya que considera a las especies que tienen un elevado éxito ecológico y determinan las condiciones bajo las cuales se desarrollan las especies vinculadas, los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad (Krebs, 1985 y Moreno, 2001). En la determinación de los valores se utilizó el índice de Simpson (Moreno, 2001), mediante el paquete estadístico Biotool's versión 0.10.

6.3.8. Especificidad ecológica a factores abióticos del hábitat

Se estableció la relación existente entre la variabilidad fisicoquímica del hábitat y la presencia de organismos en los sitios de colecta. Por medio de un análisis de correlación múltiple, componentes principales y un análisis de ordenación por medio de un decorana. Haciendo uso de los programas PC-ord versión 4.10, JMP versión 3.2 y MVSp. versión 3.0.

6.3.9. Relación estadística existente entre comunidades perifíticas y planctónicas.

El análisis sobre las diferencias estadísticas entre las comunidades de fitoplancton y la comunidad del perifiton, se determinó con una anova no paramétrica en cada uno de los siguientes apartados: abundancia, dominancia y diversidad

6.3.10. Análisis donde se determina el recurso necesario y el óptimo desarrollo de las especies de ambas comunidades.

Ponderación de las variables fisicoquímicas

En este apartado se empleó la prueba no paramétrica de Spearman donde se probó la relación entre las variables fisicoquímicas contra las variables fisicoquímicas en el periodo anual.

Se valoró si las variables dependientes registraron un mayor peso en el análisis de ACP, se obtuvo con el Análisis de Componentes Principales.

Análisis de ordenación

En cuanto el análisis de ordenación de las especies con respecto a su especificidad en requerimientos de hábitat, se valoró con un Análisis de Ordenación DCA (Decorana).

7. RESULTADOS

7.1 Listado taxonómico

Del análisis de 213 muestras se determinaron 247 especies distribuidas en 12 clases, cuatro subclases, 30 órdenes, 64 familias y 125 géneros.

En el lago de Cuitzeo la riqueza de especies estuvo encabezada por la clase Bacillariophyceae (32.2 %), seguida de la clase Chlorophyceae (21.9 %), le continúa Cyanophyceae (14.3%), Euglenophyceae (13.5%), mientras que dentro de los taxa con menor número de especies fueron Trebouxiophyceae (5.1%), Conjugatophyceae (4.3%), Fragillariophyceae (3.1%), Mediophyceae (1.5%), Dynophyceae (1.5%), Xanthophyceae (1.1%), Coscinodiscophyceae y Klebsormidiophyceae (0.3%).

Las cuales se arreglaron sistemáticamente siguiendo los criterios evolutivos de Hoek *et al.* (1995), con excepción de las diatomeas y las actualizaciones taxonómicas del portal de <http://www.algaebase.org>, enlistándose como sigue:

PHYLUM: Cyanobacteria
CLASE: Cyanophyceae
SUBCLASE: Oscillatoriothycideae
ORDEN: Chroococcales
FAMILIA: Chroococcaceae
GÉNERO: *Chroococcus* Nägeli
ESPECIE: *Chroococcus minimus* (Keissler)
Lemmermann 1904
ESPECIE: *Chroococcus limneticus*
Lemmermann 1898
GÉNERO: *Gloeocapsopsis* Geitler ex Komárek
ESPECIE: *Gloeocapsopsis pleurocapsoides*
(Nováček) Komárek &
Anagnostidis ex Komárek 1993
FAMILIA: Microcystaceae
GÉNERO: *Microcystis* Kützing ex Lemmermann
ESPECIE: *Microcystis wesenbergii*
(Komárek) Komárek ex Komárek
in Joosen 2006
FAMILIA: Cyanobacteriaceae
GÉNERO: *Aphanothece* Nägeli
ESPECIE: *Aphanothece* Nägeli
ESPECIE: *Aphanothece conglomerata* F Rich
1932

- FAMILIA: Gomphosphaeriaceae
SUBFAMILIA: Gomphosphaerioideae
GÉNERO: *Snowella* Elenkin
ESPECIE: *Snowella litoralis* (Häyrén)
Komárek & Hindák 1988
- SUBCLASE: Synechococcophycideae
ORDEN: Synechococcales
FAMILIA: Coelosphaeriaceae
GÉNERO: *Coelosphaerium* Nägeli, 1849
ESPECIE: *Coelosphaerium minutissimum*
Lemmermann 1900
- SUBFAMILIA: Merismopedioideae
GÉNERO: *Merismopedia* Meyen
ESPECIE: *Merismopedia hyalina* (Ehrenberg)
Kützing 1845
ESPECIE: *Merismopedia glauca* (Ehrenberg)
Kützing 1845
ESPECIE: *Merismopedia warmingiana*
(Lagerheim) Forti 1907
GÉNERO: *Aphanocapsa* Nägeli
ESPECIE: *Aphanocapsa incerta*
(Lemmermann)
G Cronberg & Komárek 1994
ESPECIE: *Aphanocapsa hyalina* (Lyngbye)
Hansgirg
GÉNERO: *Synechocystis* Sauvageau
ESPECIE: *Synechocystis salina* Wislouch
1924
- ORDEN: Oscillatoriales
FAMILIA: Oscillatoriaceae
GÉNERO: *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont
ESPECIE: *Oscillatoria tenuis* C. Agardh ex
Gomont 1892
ESPECIE: *Oscillatoria limosa* C. Agardh ex
Gomont 1892
ESPECIE: *Oscillatoria serpentina* Richter in
Kuntze 1898
GÉNERO: *Lyngbya* C. Agardh ex Gomont
ESPECIE: *Lyngbya thermalis* Rabenhorst ex
Forti 1907
ESPECIE: *Lyngbya martensiana* Meneghini
ex Gomont 1892
- FAMILIA: Spirulinaceae
GÉNERO: *Spirulina* Turpin ex Gomont
ESPECIE: *Spirulina princeps* West &
G.S. West 1902
ESPECIE: *Spirulina tenerrima* Kützing ex

- Gomont 1892
ESPECIE: *Spirulina major* Kützing ex
Gomont 1892
- FAMILIA: Microcoleaceae
GÉNERO: *Arthrospira* Sützenberger ex Gomont
ESPECIE: *Arthrospira jenneri* Stizenberger ex
Gomont 1892
- FAMILIA: Coleofasciculaceae
GÉNERO: *Geitlerinema* (Anagnostidis & Komárek)
Anagnostidis
ESPECIE: *Geitlerinema* (Anagnostidis &
Komárek) Anagnostidis, 1989
- FAMILIA: Phormidiaceae
SUBFAMILIA: Phormidioideae
GÉNERO: *Phormidium* Kützing ex Gomont
ESPECIE: *Phormidium chlorinum* (Kützing ex
Gomont) Umezaki & Watanabe
1994
ESPECIE: *Phormidium acidophilum*
J.J. Copeland 1936
ESPECIE: *Phormidium terebriforme* (C.
Agardh
ex Gomont) Anagnostidis &
Komárek 1988
- GÉNERO: *Microcoleus* Desmazières ex Gomont
ESPECIE: *Microcoleus beggiatoiformis*
(Gomont) Strunecky, Komárek &
J.R. Johansen in Strunecky *et al.*
2013.
- GÉNERO: *Planktothrix* Anagnostidis & Komárek
ESPECIE: *Planktothrix* sp. Anagnostidis &
Komárek, 1988
- SUBCLASE: Nostocophycideae
ORDEN: Nostocales
FAMILIA: Nostocaceae
GÉNERO: *Anabaenopsis* V.V. Miller
ESPECIE: *Anabaenopsis nadsonii* Woronichin
1929
- FAMILIA: Aphanizomenonaceae
GÉNERO: *Nodularia* Mertens ex Bornet & Flahault
ESPECIE: *Nodularia spumigena* Mertens ex
Bornet & Flahault 1888
GÉNERO: *Trichormus* (Ralfs ex É. Bornet &
C. Flahault) J. Komárek & K. Anagnostidis
ESPECIE: *Trichormus propinquus* (Setchell
& N.L. Gardner) Komárek &
Anagnostidis 1989

- FAMILIA: Rivulariaceae
GÉNERO: *Calothrix* C. Agardh ex É. Bornet & C. Flahault
ESPECIE: *Calothrix polymorpha* Y.-Y. Li 1984
- ORDEN: Pseudanabaenales
FAMILIA: Pseudanabaenaceae
SUBFAMILIA: Pseudanabaenoideae
GÉNERO: *Pseudanabaena* Lauterborn
ESPECIE: *Pseudanabaena thermalis* Anagnostidis 2001
ESPECIE: *Pseudanabaena mucicola* (Naumann & Huber Pestalozzi) Schwabe 1964
- SUBFAMILIA: Leptolyngbyoideae
GÉNERO: *Leptolyngbya* Anagnostidis & Komárek
ESPECIE: *Leptolyngbya boryana* (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
- PHYLUM: Ochrophyta
CLASE: Xanthophyceae
ORDEN: Mischococcales
FAMILIA: Pleurochloridaceae
GÉNERO: *Tetraplektron* Fott
ESPECIE: *Tetraplektron torsum* (W.B. Turner) Dedusenko-Shchegoleva 1962
GÉNERO: *Ophiocytium* sp. Nägeli, 1849
ESPECIE: *Ophiocytium capitatum* Wolle 1887
ESPECIE: *Ophiocytium parvulum* (Perty) A. Braun 1855
- CLASE: Coscinodiscophyceae
ORDEN: Aulacoseirales
FAMILIA: Aulacoseiraceae
GÉNERO: *Aulacoseira* Thwaites
ESPECIE: *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen 1979
- CLASE: Mediophyceae
SUBCLASE: Thalassiosirophycidae
ORDEN: Thalassiosirales
FAMILIA: Stephanodiscaceae
GÉNERO: *Cyclotella* (Kützing) Brébisson
ESPECIE: *Cyclotella meneghiniana* Kützing
GÉNERO: *Stephanodiscus* Ehrenberg
ESPECIE: *Stephanodiscus niagarae* Ehrenberg 1845
ESPECIE: *Stephanodiscus medius* Håkansson

1986

GÉNERO: *Conticribra* Stachura-Suchoples
& D.M.WilliamsESPECIE: *Conticribra weissflogii* (Grunow)
Stachura-Suchoples &
D.M.Williams 2009

CLASE: Fragilariophyceae

ORDEN: Fragilariales

FAMILIA: Fragilariaceae

GÉNERO: *Ulnaria* (Kützing) P. CompèreESPECIE: *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Compère
in Jahn *et al.* 2001GÉNERO: *Fragilaria* LyngbyeESPECIE: *Fragilaria acus* (Kützing) Lange-
Bertalot in Krammer & Lange-
Bertalot 2000ESPECIE: *Fragilaria nitzschioides* Grunow in
van Heurck 1881ESPECIE: *Fragilaria vaucheriae* (Kützing)
Lange-Bertalot 1980GÉNERO: *Belonastrum* (Lemmermann) Round &
MaidanaESPECIE: *Belonastrum berlinensis*
(Lemmermann) Round & Maidana
2001GÉNERO: *Pseudostaurosira* D. M. Williams &
RoundESPECIE: *Pseudostaurosira elliptica*
(Schumann) Edlund, Morales &
Spaulding 2006:GÉNERO: *Staurosira* EhrenbergESPECIE: *Staurosira venter* (Ehrenberg)
Cleve & J.D.Möller 1879GÉNERO: *Ctenophora* (Grunow) D. M. Williams &
RoundESPECIE: *Ctenophora pulchella* (Ralfs ex
Kützing) D.M.Williams & Round
1986

CLASE: Bacillariophyceae

ORDEN: Eunotiales

FAMILIA: Eunotiaceae

GÉNERO: *Eunotia* EhrenbergESPECIE: *Eunotia monodon* Ehrenberg 1843

ORDEN: Achnanthes

FAMILIA: Achnanthes

GÉNERO: *Eucoconeis* Cleve ex F. MeisterESPECIE: *Eucoconeis laevis* (Østrup) Lange-

Bertalot in Lange-Bertalot &
Genkal 1999

GÉNERO: *Achnantheiopsis* Lange-Bertalot
ESPECIE: *Achnantheiopsis delicatula*
(Kützing) Lange-Bertalot 1997

GÉNERO: *Planothidium* Round & L. Bukhtiyarova
ESPECIE: *Planothidium frequentissimum*
(Lange-Bertalot) Lange-Bertalot
1999

GÉNERO: *Psammothidium* L. Buhtkiyarova &
Ronund
ESPECIE: *Psammothidium montanum*
(Krasske) S. Mayama in
S. Mayama, M. Idei, K. Osada &
T. Nagumo 2002

GÉNERO: *Lemnicola* Round & Basson
ESPECIE: *Lemnicola hungarica* (Grunow)
Round & Basson 1997

GÉNERO: *Achnantheidium* Kützing
ESPECIE: *Achnantheidium minutissimum*
(Kützing) Czarnecki 1994
ESPECIE: *Achnantheidium exiguum*
(Grunow) Czarnecki 1994

FAMILIA: Cocconeidaceae

GÉNERO: *Cocconeis* Ehrenberg
ESPECIE: *Cocconeis placentula* Ehrenberg
1838

ORDEN: Thalassiophysales

FAMILIA: Catenulaceae

GÉNERO: *Amphora* Ehrenberg ex Kützing
ESPECIE: *Amphora libyca* Ehrenberg 1840
ESPECIE: *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing
1844

ORDEN: Surirellales

FAMILIA: Surirellaceae

GÉNERO: *Surirella* Turpin
ESPECIE: *Surirella tenera* W. Gregory 1856
ESPECIE: *Surirella brebissonii* Krammer &
Lange-Bertalot 1987

GÉNERO: *Campylodiscus* Ehrenberg ex Kützing
ESPECIE: *Campylodiscus clypeus*
(Ehrenberg) Ehrenberg ex
Kützing

ORDEN: Cymbellales

FAMILIA: Anomoeoneidaceae

GÉNERO: *Anomoeoneis* E. Pfitzer

ESPECIE: *Anomoeoneis sphaerophora*
E. Pfitzer 1871

ESPECIE: *Anomoeoneis costata* (Kützing)
Hustedt 1959

FAMILIA: Cymbellaceae

GÉNERO: *Cymbella* C. Agardh

ESPECIE: *Cymbella aspera* (Ehrenberg)
Cleve 1894

ESPECIE: *Cymbella hungarica* (Grunow)
Pantocsek 1902

ESPECIE: *Cymbella helvetica* Kützing 1844

GÉNERO: *Cymbopleura* (Krammer) Krammer

ESPECIE: *Cymbopleura naviculiformis*
(Auerswald ex Heiberg) Krammer
2003

FAMILIA: Diploneidaceae

GÉNERO: *Diploneis* Ehrenberg ex Cleve

ESPECIE: *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve
1894

GÉNERO: *Caloneis* Cleve

ESPECIE: *Caloneis permagna* (Bailey) Cleve
1894

FAMILIA: Gomphonemataceae

GÉNERO: *Encyonema* Kützing

ESPECIE: *Encyonema mesianum* (Cholnoky)
D.G.Mann in Round,
R.M.Crawford & D.G.Mann 1990

GÉNERO: *Gomphonema* Ehrenberg

ESPECIE: *Gomphonema augur* Ehrenberg
1840 var. Augur

ESPECIE: *Gomphonema augur* var.
sphaerophorum (Ehrenberg)
Grunow 1878

ESPECIE: *Gomphonema sphaerophorum*
sensu Fricke, A. Mayer, Cleve-
Euler

ESPECIE: *Gomphonema pseudoaugur* Lange-
Bertalot 1979

ESPECIE: *Gomphonema parvulum* (Kützing)
Kützing 1849

ESPECIE: *Gomphonema saprophilum*
(Lange-Bertalot & E.Reichardt)
Abraca, R.Jahn, J.Zimmermann &
Enke 2014

ESPECIE: *Gomphonema olivaceum*
(Hornemann) Ehrenberg

1838

ESPECIE: *Gomphonema acuminatum*

Ehrenberg 1832

ESPECIE: *Gomphonema affine* Kützing 1844ESPECIE: *Gomphonema gracile* Ehrenberg

1838

ORDEN: Naviculales

FAMILIA: Amphipleuraceae

GÉNERO: *Halamphora* (Cleve) LevkovESPECIE: *Halamphora veneta*

(Kützing) Levkov 2009

FAMILIA: Naviculaceae

GÉNERO: *Navicula* Bory de Saint-VincentESPECIE: *Navicula erifuga* Lange-Bertalot in

Krammer & Lange-Bertalot 1985

FAMILIA: Neidiaceae

GÉNERO: *Neidium* PfitzerESPECIE: *Neidium ampliatum* (Ehrenberg)

Krammer in Krammer & Lange-

Bertalot 1985

FAMILIA: Pinnulariaceae

GÉNERO: *Pinnularia* EhrenbergESPECIE: *Pinnularia gibba* Ehrenberg 1843ESPECIE: *Pinnularia maior* (Kützing) CleveESPECIE: *Pinnularia viridis* (Nitzsch)

Ehrenberg 1843

FAMILIA: Rhoicospheniaceae

GÉNERO: *Rhoicosphenia* GrunowESPECIE: *Rhoicosphenia abbreviata*

(C. Agardh) Lange- Bertalot 1980

FAMILIA: Stauroneidaceae

GÉNERO: *Stauroneis* EhrenbergESPECIE: *Stauroneis phoenicenteron*

(Nitzsch) Ehrenberg 1843

GÉNERO: *Craticula* GrunowESPECIE: *Craticula ambigua* (Ehrenberg)

D.G. Mann in Round, Crawford &

Mann 1990

ESPECIE: *Craticula acidoclinata* Lange-

Bertalot & Metzeltin 1996

ESPECIE: *Craticula halophila* (Grunow)

D.G.Mann in Round, Crawford &

D.G.Mann 1990

ESPECIE: *Craticula cuspidata* (Kützing)

D.G.Mann in Round,

R.M.Crawford & D.G.Mann 1990

ORDEN: Rhopalodiales

FAMILIA: Rhopalodiaceae

GÉNERO: *Epithemia* KützingESPECIE: *Epithemia adnata* (Kützing)
Brébisson 1838ESPECIE: *Epithemia turgida* (Ehrenberg)
Kützing 1844ESPECIE: *Epithemia argus* (Ehrenberg)
Kützing 1844ESPECIE: *Epithemia sorex* Kützing 1844ESPECIE: *Epithemia hyndmanii* W. Smith
1850GÉNERO: *Rhopalodia* Otto MülleESPECIE: *Rhopalodia brebissonii* Krammer
in Lange-Bertalot & Krammer 1987ESPECIE: *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O.
Müller var. *gibba*

FAMILIA: Sellaphoraceae

GÉNERO: *Sellaphora* MereschowskyESPECIE: *Sellaphora pupula* (Kützing)
Mereschkovsky 1902GÉNERO: *Fallacia* Stickle & D.G. MannESPECIE: *Fallacia pygmaea* (Kützing)
A.J. Stickle & D.G. Mann in
Round, Crawford & Mann 1990

ORDEN: Bacillariales

FAMILIA: Bacillariaceae

GÉNERO: *Denticula* KützingESPECIE: *Denticula eximia* Krammer &
Lange-Bertalot in Lange-Bertalot
& Krammer 1987ESPECIE: *Denticula kuetsingii* Grunow 1862GÉNERO: *Nitzschia* HassallESPECIE: *Nitzschia* sp. HassallESPECIE: *Nitzschia alpina* Hustedt 1943ESPECIE: *Nitzschia palea* (Kützing) W.
Smith 1856ESPECIE: *Nitzschia intermedia* Hantzsch ex
Cleve & Grunow 1880ESPECIE: *Nitzschia vermicularis* (Kützing)
Hantzsch in Rabenhorst 1860ESPECIE: *Nitzschia amphibia* var.
amphibia Grunow 1862ESPECIE: *Nitzschia tubicola* Grunow in Cleve
& Grunow 1880ESPECIE: *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch)
W. Smith 1853ESPECIE: *Nitzschia fonticola* Grunow in

- Cleve & Möller 1879
 ESPECIE: *Nitzschia umbonata* (Ehrenberg)
 Lange-Bertalot 1978
 ESPECIE: *Nitzschia clausii* Hantzsch 1860
 ESPECIE: *Nitzschia gracilis* Hantzsch 1860
 ESPECIE: *Nitzschia amphibia* var.
frauenfeldii Grunow
 ESPECIE: *Nitzschia palacea* Grunow
 ESPECIE: *Nitzschia constricta* (Kützing)
 Ralfs in Pritchard 1861
 ESPECIE: *Nitzschia microcephala* Grunow in
 Cleve & Möller 1878
 ESPECIE: *Nitzschia vitrea* G. Norman 1861
 ESPECIE: *Nitzschia angustata* (W. Smith)
 Grunow 1880
 ESPECIE: *Nitzschia amphibioides* Hustedt
 1942
 ESPECIE: *Nitzschia frustulum* (Kützing)
 Grunow in Cleve & Grunow 1880
 ESPECIE: *Nitzschia tryblionella* Hantzsch in
 Rabenhorst 1860
 ESPECIE: *Nitzschia supralitorea* Lange-
 Bertalot
 ESPECIE: *Nitzschia incerta* (Grunow)
 M.Peragallo 1903
 GÉNERO: *Tryblionella* W. Smith
 ESPECIE: *Tryblionella calida* (Grunow)
 D.G.Mann in Round, Crawford &
 D.G. Mann 1990
- CLASE: Dinophyceae
 ORDEN: Peridinales
 FAMILIA: Peridiniaceae
 GÉNERO: *Peridinium* Ehrenberg
 ESPECIE: *Peridinium cinctum* (O.F. Müller)
 Ehrenberg 1832
 ESPECIE: *Peridinium* sp. Ehrenberg
- ORDEN: Gonyaulacales
 FAMILIA: Ceratiaceae
 GÉNERO: *Ceratium* F. Schrank
 ESPECIE: *Ceratium hirundinella* (O.F.
 Müller) Dujardin 1841
- ORDEN: Gymnodiniales
 FAMILIA: Gymnodiniaceae
 GÉNERO: *Gymnodinium* F. Stein, 1878
 ESPECIE: *Gymnodinium* sp. F. Stein, 1878

PHYLUM: Euglenozoa

CLASE: Euglenophyceae

ORDEN: Euglenales

FAMILIA: Phacaceae

GÉNERO: *Phacus* Dujardin

ESPECIE: *Phacus longicauda* (Ehrenberg)
Dujardin 1841

ESPECIE: *Phacus wettsteinii* Drezepolski
1925

ESPECIE: *Phacus orbicularis* K. Hübner 1886

ESPECIE: *Phacus denisii* Allorge & Lefèvre
1925

GÉNERO: *Lepocinclis* Perty

ESPECIE: *Lepocinclis* sp. Perty, 1849

ESPECIE: *Lepocinclis salina* F.E. Fritsch
1914

ESPECIE: *Lepocinclis texta* var. *richardiana*
Conrad

ESPECIE: *Lepocinclis helicoidea* (C.Bernard)
M.S.Bennett & R.E. Triemer 2012

ESPECIE: *Lepocinclis oxyuris* (Schmarda)
Marin & Melkonian in Marin *et al.*
2003

ESPECIE: *Lepocinclis acus* (O.F.Müller)
Marin & Melkonian in Marin *et al.* 2003

FAMILIA: Colaciaceae

GÉNERO: *Colacium* Ehrenberg

ESPECIE: *Colacium simplex* Huber-Pestalozzi
1955

FAMILIA: Euglenaceae

GÉNERO: *Monomorphina* Mereschkowsky

ESPECIE: *Monomorphina pyrum* (Ehrenberg)
Mereschkowsky 1877

ESPECIE: *Monomorphina capito* (Wehrle)
Marin & Melkonian in Marin *et al.*
2003

GÉNERO: *Euglenaformis* M. S. Bennett &
Triemer

ESPECIE: *Euglenaformis proxima* (Dangeard)
M.S.Bennett & Triemer in Bennett
et al. 2014

GÉNERO:

ESPECIE: *Euglenaria caudata* (Hüber)
A.Karnowska-Ishikawa, E.Linton
& J.Kwiatowski in Linton *et al.*
2010

- GÉNERO: *Euglena* Ehrenberg
 ESPECIE: *Euglena* sp. Ehrenberg, 1830
 ESPECIE: *Euglena pusilla* var. *longa* Playfair
 ESPECIE: *Euglena retronata* L.P. Johnson
 1944
 ESPECIE: *Euglena tuberculata* Swirenko
 1915
 ESPECIE: *Euglena variabilis* Klebs 1883
 ESPECIE: *Euglena deses* Ehrenberg 1834
 ESPECIE: *Euglena spathirhyncha* Skuja 1948
- GÉNERO: *Strombomonas* Deflandre
 ESPECIE: *Strombomonas deflandrei*
 (Y.V. Roll) Deflandre 1930
 ESPECIE: *Strombomonas giardiana* (Playfair)
 Deflandre 1930
- GÉNERO: *Trachelomonas* Ehrenberg
 ESPECIE: *Trachelomonas volvocina*
 (Ehrenberg) Ehrenberg 1834
 ESPECIE: *Trachelomonas hispida* (Perty)
 F. Stein 1878
 ESPECIE: *Trachelomonas silvatica* Svirenko
 1914
 ESPECIE: *Trachelomonas zorensis* Deflandre
 1927
 ESPECIE: *Trachelomonas caudata*
 (Ehrenberg) Stein 1878
 ESPECIE: *Trachelomonas abrupta* Swir.
 Emed. Def. var. *abrupta* Tracanna
 ESPECIE: *Trachelomonas scabra* Playfair
 1915

ORDEN: Eutreptiales

FAMILIA: Astasiaceae

GÉNERO: *Rhabdomonas* Fresenius

ESPECIE: *Rhabdomonas incurva* Fresenius
 1858

PHYLUM: Chlorophyta

CLASE: Chlorophyceae

ORDEN: Chlamydomonadales

FAMILIA: Chlamydomonadaceae

GÉNERO: *Chlamydomonas* Ehrenberg

ESPECIE: *Chlamydomonas* sp. Ehrenberg

ESPECIE: *Chlamydomonas metapyrenigera*
 Skuja 1956

ESPECIE: *Chlamydomonas altera* Skuja 1956

ESPECIE: *Chlamydomonas incerta* Pascher
 1927

- GÉNERO: *Sphaerellopsis* Korshikov
ESPECIE: *Sphaerellopsis* sp. Korshikov, 1925
- GÉNERO: *Chloromonas* Gobi
ESPECIE: *Chloromonas depauperata*
(Pascher) Gerloff & Ettl in
Ettl 1970
ESPECIE: *Chloromonas subdivisa* (Pascher &
Jahoda) Gerloff & Ettl 1970
- FAMILIA: Sphaerocystidaceae
GÉNERO: *Sphaerocystis* R. Chodat
ESPECIE: *Sphaerocystis planctonica*
(Korshikov) Bourrelly 1966
ESPECIE: *Sphaerocystis schroeteri* Chodat
1897
- FAMILIA: Phacotaceae
GÉNERO: *Fortiella* Pascher
ESPECIE: *Fortiella brunnea* Pascher 1927
- GÉNERO: *Pteromonas* Seligo
ESPECIE: *Pteromonas denticulata* Skuja
ESPECIE: *Pteromonas aequiciliata*
(Gicklhorn) Chodat 1926
- FAMILIA: Volvocaceae
GÉNERO: *Eudorina* Ehrenberg
ESPECIE: *Eudorina elegans* Ehrenberg 1832
- GÉNERO: *Colemanosphaera* Nozaki
ESPECIE: *Colemanosphaera charkowiensis*
(Korshikov) Nozaki, T.K.Yamada,
F.Takahashi, Matsuzaki & Nakada
2014
- FAMILIA: Palmellopsidaceae
GÉNERO: *Gloeococcus* A. Braun
ESPECIE: *Gloeococcus alsius* (Skuja) Fott
1972
- FAMILIA: Hydrodictyaceae
GÉNERO: *Tetraedron* Kützing
ESPECIE: *Tetraëdron minimum* (A. Braun)
Hansgirg 1888
ESPECIE: *Tetraëdron pentaedricum* West &
G.S. West 1895
- GÉNERO: *Stauridium* Corda
ESPECIE: *Stauridium tetras* (Ehrenberg)
E.Hegewald in Buchheim *et*
al. 2005
- GÉNERO: *Pseudopediastrum* E. Hegewald
ESPECIE: *Pseudopediastrum boryanum*
(Turpin) E.Hegewald in
Buchheim *et al.* 2005

- ESPECIE: *Pseudopediastrum boryanum* f.
longicorne Reinsch
- GÉNERO: *Pediastrum* Meyen
- ESPECIE: *Pediastrum simplex* Meyen 1829
- ESPECIE: *Pediastrum duplex* Meyen 1829
- ESPECIE: *Pediastrum tetras* var. *tetraodon*
(Corda) Hansgirg 1888
- FAMILIA: Chlorococcaceae
- GÉNERO: *Tetracystis* R. M. Brown, Jr & Bold
- ESPECIE: *Tetracystis fissurata* Nakano 1984
- ORDEN: Sphaeropleales
- FAMILIA: Selenastraceae
- GÉNERO: *Monoraphidium* Komárková-Legnerová
- ESPECIE: *Monoraphidium minutum* (Nägeli)
Komárková-Legnerová 1969
- ESPECIE: *Monoraphidium contortum* (Thuret)
Komárková-Legnerová in
Fott 1969
- ESPECIE: *Monoraphidium arcuatum*
(Korshikov) Hindák 1970
- ESPECIE: *Monoraphidium komarkovae*
Nygaard 1979
- GÉNERO: *Kirchneriella* Schmidle
- ESPECIE: *Kirchneriella diana* (Bohlin)
Comas Gonzalez 1980
- ESPECIE: *Kirchneriella obesa* (West) West &
G. S. West 1894
- FAMILIA: Schroederiaceae
- GÉNERO: *Schroederia* Lemmermann
- ESPECIE: *Schroederia setigera* (Schröder)
Lemmermann 1898
- FAMILIA: Scenedesmaceae
- SUBFAMILIA: Scenedesmoidea
- GÉNERO: *Comasiella*
- ESPECIE: *Comasiella arcuata* var. *platydisca*
(G.M.Smith) E.Hegewald &
M.Wolf in Hegewald *et al.* 2010
- GÉNERO: *Desmodesmus* (Chodat) S. S. An, T.
Friendl & E. Hegewald
- ESPECIE: *Desmodesmus maximus* (West &
G.S.West) Hegewald 2000
- ESPECIE: *Desmodesmus protuberans*
(F.E.Fritsch & M.F.Rich)
E.Hegewald 2000
- ESPECIE: *Desmodesmus subspicatus*
(Chodat) E.Hegewald &
A.Schmidt in E.Hegewald 2000

ESPECIE: *Desmodesmus intermedius*
(Chodat) E.Hegewald 2000
 ESPECIE: *Desmodesmus communis*
(E.Hegewald) E.Hegewald 2000
 ESPECIE: *Desmodesmus opoliensis*
(P.G.Richter) E.Hegewald 2000
 ESPECIE: *Desmodesmus serratus* (Corda)
S.S.An, Friedl & E.Hegewald 1999

GÉNERO: *Tetradesmus* G. M. Smith
 ESPECIE: *Tetradesmus obliquus* (Turpin)
M.J.Wynne 2016
 ESPECIE: *Tetradesmus dimorphus* (Turpin)
M.J.Wynne 2016

GÉNERO: *Scenedesmus* Meyen
 ESPECIE: *Scenedesmus velitaris* Komárek
1984
 ESPECIE: *Scenedesmus ellipticus* Corda 1835

GÉNERO: *Coelastrum* Nägeli
 ESPECIE: *Coelastrum microporum* Nägeli in
A. Braun 1855

GÉNERO: *Dimorphococcus* Braun
 ESPECIE: *Dimorphococcus lunatus* A. Braun
1855

GÉNERO: *Tetrastrum* Chodat
 ESPECIE: *Tetrastrum staurogeniiforme*
(Schröder) Lemmermann 1900

GÉNERO: *Lemmermannia* (Chodat) C. Bock &
Krienitz
 ESPECIE: *Lemmermannia triangularis*
(Chodat) C.Bock & Krienitz in
C.Bock *et al.* 2013

ORDEN: Oedogoniales

FAMILIA: Oedogoniaceae

GÉNERO: *Oedogonium* Link ex Hirn
 ESPECIE: *Oedogonium* sp. Link ex Hirn,
1900
 ESPECIE: *Oedogonium plusiosporum*
Wittrock ex Hirn 1900
 ESPECIE: *Oedogonium capillare* Kützing ex
Hirn 1900

ORDEN: Chaetophorales

FAMILIA: Chaetophoraceae

GÉNERO: *Stigeoclonium* Kützing
 ESPECIE: *Stigeoclonium farctum* Berthold
1878
 ESPECIE: *Stigeoclonium tenue* (C. Agardh)
Kützing 1843

CLASE: Trebouxiophyceae

ORDEN: Chlorellales

FAMILIA: Oocystaceae

GÉNERO: *Oocystis* Nägeli ex A. Braun

ESPECIE: *Oocystis solitaria* Wittrock in
Wittrock & Nordstedt 1879

ESPECIE: *Oocystis lacustris* Chodat 1897

ESPECIE: *Oocystis natans* G.M. Smith 1918

ESPECIE: *Oocystis borgei* J.W. Snow 1903

FAMILIA: Chlorellaceae

GÉNERO: *Dictyosphaerium* Nägeli

ESPECIE: *Dictyosphaerium ehrenbergianum*
Nägeli 1849

GÉNERO: *Micractinium* Fresenius

ESPECIE: *Micractinium quadrisetum*
(Lemmermann) G. M. Smith 1916

ESPECIE: *Micractinium pusillum* var. *elegans*
G.M. Smith

GÉNERO: *Actinastrum* Lagerheim

ESPECIE: *Actinastrum hantzschii* Lagerheim

ESPECIE: *Actinastrum hantzschii* var. *subtile*
J. Woloszynska 1911

GÉNERO: *Didymogenes* Schmidle

ESPECIE: *Didymogenes anomala*
(G.M. Smith) Hindák 1974

FAMILIA: Oocystaceae

GÉNERO: *Lagerheimia* R. Chodat

ESPECIE: *Lagerheimia genevensis* (Chodat)
Chodat 1895

FAMILIA: Trebouxiophyceae incertae sedis

GÉNERO: *Crucigenia* Morren

ESPECIE: *Crucigenia tetrapedia* Morren 1830

ESPECIE: *Crucigenia fenestrata* Morren 1830

PHYLUM: Charophyta

CLASE: Conjugatophyceae

ORDEN: Desmidiiales

FAMILIA: Desmidiaceae

GÉNERO: *Staurastrum* Meyen ex Ralfs

ESPECIE: *Staurastrum leptocladum*
var. *elegans* G.S. West 1914

GÉNERO: *Cosmarium* Corda ex Ralfs

ESPECIE: *Cosmarium granatum* Brébisson ex
Ralfs, 1848

GÉNERO: *Pleurotaenium* Nägeli

ESPECIE: *Pleurotaenium trabecula* Nägeli
1849

GÉNERO: *Haplotaenium* Bando

ESPECIE: *Haplotaenium minutum* (Ralfs)
Bando 1988

FAMILIA: Closteriaceae

GÉNERO: *Closterium* Nitzsch ex Ralfs

ESPECIE: *Closterium acerosum* Ehrenberg ex
Ralfs 1848

ESPECIE: *Closterium praelongum* var.
var. *brevius*

ESPECIE: *Closterium leibleinii* Kützing ex
Ralfs 1848

ESPECIE: *Closterium venus* Kützing ex Ralfs
1848

ORDEN: Zygnematales

FAMILIA: Zygnemataceae

GÉNERO: *Mougeotia* sp. C. Agardh

ESPECIE: *Mougeotia* sp. C. Agardh, 1824

GÉNERO: *Spirogyra* Link in Nees, 1820

ESPECIE: *Spirogyra* sp. Link in Nees, 1820

CLASE: Klebsormidiophyceae

ORDEN: Klebsormidiales

FAMILIA: Elakatotrichaceae

GÉNERO: *Elakatothrix* Wille, 1898

ESPECIE: *Elakatothrix viridis* (J.W. Snow)
Printz 1914

7.2 Descripción de las especies de la microflora adherida y planctónica en el lago de Cuitzeo Michoacán México.

CYANOPHYCEAE

Coelosphaerium minutissimum Lemmermann 1900; Lámina 1, figura 1.

Colonias esféricas o semiesféricas, generalmente de 20 μm de diámetro. Células esféricas o hemisféricas de color azul-verde pálido, cubiertas por un mucílago fino, hialino casi imperceptible.

Dimensiones: Célula de 0.66 a 0.99 μm diámetro.

Hábitat: Planctónico. Asociado a ambientes limpios o ligeramente contaminados (Komárek y Anagnostidis, 2001).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Chroococcus minimus (Keissler) Lemmermann 1904. Lámina 1, figura 2

Colonias pequeñas, esféricas o irregulares, generalmente de 4 células por colonia, algunas veces solitaria, con mucílago. Células esféricas u hemisféricas de color azul-verde pálido, sin aerótopos.

Dimensiones: Célula de 2.10 μm diámetro.

Hábitat: Planctónico, raramente metafitico. Principalmente en lagos o embalses, sistemas oligotróficos o mesotróficos, de aguas estancadas (Komárek y Anagnostidis, 2001).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Chroococcus limneticus Lemmermann 1898. Lámina 1, figura 3.

Colonias raramente esférica o irregular, cubierta por una amplia capa gelatinosa incolora, de 4 o más células, con espacios entre ellas. Células esféricas o hemisféricas, de un tono azul-verde pálido.

Dimensiones: célula de 5.76 μm de diámetro

Hábitat: Planctónicos. Cosmopolita. En lagos y estanques, embalses, pantanos y poco común en ríos. Persisten durante todo el año, con máximos en verano y otoño (Komárek y Anagnostidis, 2001).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Gloeocapsopsis pleurocapsoides (Nováček) Komárek & Anagnostidis ex Komárek 1993. Lámina 1, figura 4.

Colonias micro y macroscópicas, células agregadas o solitarias en una sola vaina. Células subesféricas, más o menos ovales, o irregulares, envueltas en una masa mucilaginosa.

Dimensiones: Célula de 9.85µm de diámetro

Hábitat: Aerofítica en épocas secas o en rocas húmedas, raramente subaerofítica (Komárek y Anagnostidis, 2001).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica con afinidad a concentraciones de salinidad moderadas a altas, niveles intermedios de conductividad eléctrica y pH altamente básicos.

Microcystis wesenbergii (Komárek) Komárek ex Komárek in Joosen 2006. Lámina 1, figura 5.

Colonias ligeramente ovoides o irregulares. Células esféricas, azul-verde, en arreglos ligeramente densos, con aerótopos, envueltos en un mucílago incoloro.

Dimensiones: Célula de 7.32µm de diámetro.

Hábitat: Planctónico. Cosmopolita. Asociado a ecosistemas de agua dulce y eutróficos. Principalmente en lagos y estanques (Komárek y Anagnostidis, 2001).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica afín a bajas temperaturas, niveles mínimos de alcalinidad y pH, aguas ligeramente duras, poco oxigenadas y valores intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, niveles bajos a altos de conductividad eléctrica, fósforo y nitrógeno, y en aguas muy transparentes.

Aphanothece C. Nägeli, 1849. Lámina 1, figura 6.

Colonia con arreglos celulares envueltos en un mucilago bien definido, incoloro y abundante.

Dimensiones: Célula de 1.96 μ m de diámetro.

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de menor a mayor contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Snowella litoralis (Häyrén) Komárek & Hindák 1988. Lámina 1, figura 7.

Colonias microscópicas, esféricas o elipsoidales, con espacios entre células, pero unidas por filamentos desde el centro. Células esféricas, de color ligeramente azul-verde.

Dimensiones: Célula de 1.40 μ m de diámetro.

Hábitat: Planctónico. Principalmente en lagos y grandes embalses, muy común en aguas templadas y ligeramente saladas (Komárek y Anagnostidis, 2001).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Merismopedia hyalina (Ehrenberg) Kützing 1845. Lámina 1, figura 8.

Colonias regularmente pequeñas, planas, con arreglos de 16 células. Células esféricas o hemisféricas, ligeramente amarillentas o azul-verde, cubiertas por un mucílago.

Dimensiones: Célula de 1.58 μ m de diámetro.

Hábitat: Planctónico. Cosmopolita. Principalmente en aguas dulces mesotróficas y eutróficas y probablemente en ambientes salinos, común (Komárek y Anagnostidis, 2001).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica afín a bajas temperaturas, niveles mínimos de alcalinidad y pH, aguas ligeramente duras, poco oxigenadas y valores intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, niveles bajos a altos de conductividad eléctrica, fósforo y nitrógeno, y en aguas muy transparentes.

Merismopedia warmingiana (Lagerheim) Forti 1907. Lámina 1, figura 9.

Colonias rectangulares, microscópicas, con arreglos de 16 células. Células esféricas, ligeramente elongadas y ligeramente azul-verde.

Dimensiones: Célula de 1µm de diámetro.

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita, en cuerpos de agua eutróficos o contaminados con fertilizantes, en lagunas o bahías ligeramente salobres o salinas (Komárek y Anagnostidis, 2001).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Aphanocapsa hyalina (Lyngbye) Hansgirg 1893. Lámina 1, figura 10.

Colonias pequeñas, de 15.94 µm esféricas o irregularmente esféricas. Células esféricas de color azul-verde pálido, envueltas en un mucilago gelatinoso.

Dimensiones: Célula de 1.32µm de diámetro.

Hábitat: Planctónico. Presente en lagos y grandes embalses, de zonas templadas y algunas veces en aguas ligeramente salinas (Komárek y Anagnostidis, 2001).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Aphanocapsa incerta (Lemmermann) G. Cronberg & Komárek 1994. Lámina 1, figura 11.

Colonias pequeñas algunas veces esféricas o irregulares, arreglos celulares densos e irregulares. Células esféricas con aerótopos y envueltas en un mucilago de un color ligeramente amarillo.

Dimensiones: Célula de 5.88µm de diámetro.

Hábitat: Planctónico. Cosmopolita, común en cuerpos de agua eutróficos (Komárek y Anagnostidis, 2001).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada

demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Synechocystis salina Wislouch 1924. Lámina 1, figura 12.

Células esféricas, solitarias o siempre en pares y contenido homogéneo.

Dimensiones: Célula de 5.88 μm de diámetro.

Hábitat: Planctónico o metafítico. En aguas salinas o alcalinas (Komárek y Anagnostidis, 2001).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Spirulina princeps West & G.S.West 1902. Lámina 1, figura 13.

Tricoma solitario y corto, poco espiralado. Contenido celular homogéneo ligeramente granulado.

Dimensiones: Tricoma de 19.40 μm de largo, 12.10 μm la distancia entre giro y el diámetro del giro es de 6.77 μm .

Hábitat: Planctónico y perifítico. Principalmente en lagos (Komarek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Spirulina tenerrima Kützing ex Gomont 1892. Lámina 1, figura 14.

Tricomas solitarios, espirales comúnmente densos, ligeramente azul-verde, con rotación a la izquierda y redondeadas.

Dimensiones: Tricoma de 0.47 μm de distancia entre giro y 0.61 μm de diámetro del giro

Hábitat: Aparentemente cosmopolita. De agua dulce, aguas salobres o salinas, principalmente sobre suelos húmedos, arena, piedras, conchas o sobre otras especies de *Spirulina* (Komarek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio

Spirulina major Kützing ex Gomont 1892. Lámina 1, figura 15.

Tricomas solitarios, espirales ligeramente separados no muy densos y gruesos, azul-verde, ligeramente constreñido de las paredes y redondeadas.

Dimensiones: Tricoma de 17 μ m de distancia entre giro y 1.69 μ m de diámetro del giro

Hábitat: Cosmopolita. En agua dulce, asociado a sistemas poco profundos, en aguas estancadas, pantanos, piscinas, arroyos, adherido en el suelo, paredes o rocas húmedas (Komarek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica con afinidad a concentraciones de salinidad moderadas a elevadas, niveles intermedios de conductividad eléctrica y pH altamente básicos.

Arthrospira jenniferi Stizenberger ex Gomont 1892. Lámina 1, figura 16.

Tricomas solitarios, gruesos, ligeramente espiralados y ápices redondeados ligeramente redondeados.

Dimensiones: Tricoma de 12.28 μ m de distancia entre giro y 4.75 μ m de diámetro del giro

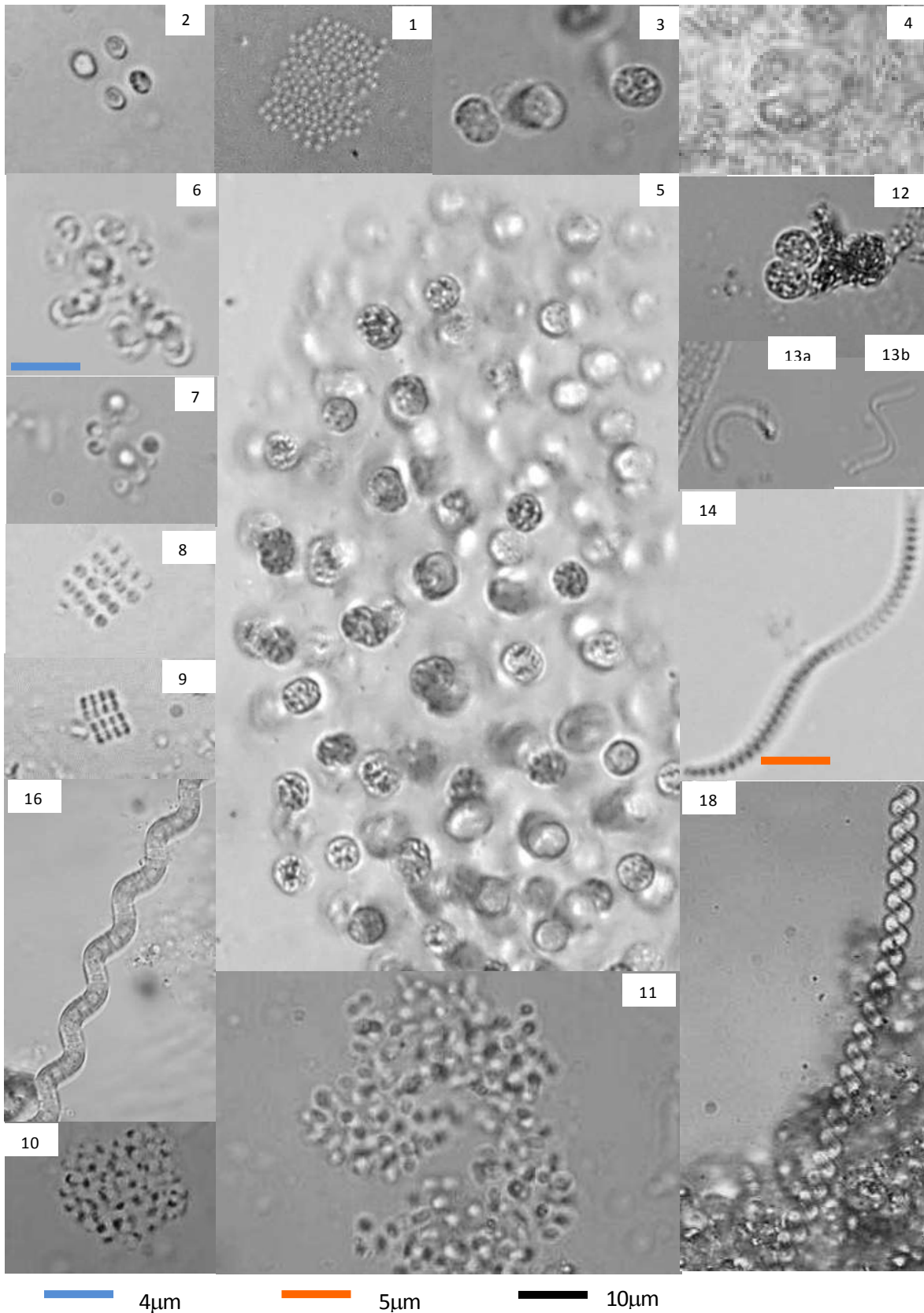
Hábitat: Perifítico y metafítico. Ampliamente distribuido. Asociado al agua dulce, principalmente en piscinas, pantanos o lagos poco profundos, en sistemas con pH de 4.7 a 9.0 (Komarek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica afín a bajas temperaturas, niveles mínimos de alcalinidad y pH, aguas ligeramente duras, poco oxigenadas y valores intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, niveles bajos a altos de conductividad eléctrica, fósforo y nitrógeno, y en aguas muy transparentes.

LÁMINA I

<i>Coelosphaerium minutissimum</i>	1
<i>Chroococcus minimus</i>	2
<i>Chroococcus limneticus</i>	3
<i>Gloeocapsopsis pleurocapsoides</i>	4
<i>Microcystis wesenbergii</i>	5
<i>Aphanothece</i> sp.	6
<i>Snowella litoralis</i>	7
<i>Merismopedia hyalina</i>	8
<i>Merismopedia warmingiana</i>	9
<i>Aphanocapsa hyalina</i>	10
<i>Aphanocapsa incerta</i>	11
<i>Synechocystis salina</i>	12
<i>Spirulina princeps</i>	13
<i>Spirulina tenerrima</i>	14
<i>Spirulina major</i>	15
<i>Arthrospira jenneri</i>	16

LÁMINA I



Aphanothece conglomerata F. Rich 1932. Lámina 2, figura 17.

Colonia con mucilago bien definido, incoloro y abundante. Célula con aerótopos en distintas colonias mucilaginosas.

Dimensiones: Célula 6.17 de largo y de 5.76 de ancho. Cenobio de 363 μ m de largo y 45.22 μ m de ancho.

Hábitat: Planctónico y metafitico. De ambientes tropicales y subtropicales (Komarek y Anagnostidis, 2005; y Tavera *et al.*, 2012).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica afín a bajas temperaturas, niveles mínimos de alcalinidad y pH, aguas ligeramente duras, poco oxigenadas y valores demanda bioquímica de oxígeno, niveles bajos a altos de conductividad eléctrica, fósforo y nitrógeno, y en aguas muy transparentes.

Merismopedia glauca (Ehrenberg) Kützing 1845. Lámina 2, figura 18.

Colonias cuadrangulares, arreglos de 64 células, algunas veces en pequeñas subcolonias. Células esféricas u ovals durante la división y hemisféricas después de la división, envueltas en un mucilago incoloro.

Dimensiones: Células de 4.13 μ m de diámetro.

Hábitat: Planctónica, metafitica y bentónica. Cosmopolita. Principalmente en ambientes de agua dulce, en pantanos, agua estancada, en el litoral de lagos y lagunas (Komarek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Oscillatoria tenuis C. Agardh ex Gomont 1892. Lámina 2, figura 19.

Talos planos, azul-verdes, mucilaginosos, algunas veces curvados, terminaciones no atenuadas, redondeadas. Células más cortas que anchas, redondeadas en los ápices.

Dimensiones: Célula de 2.455 μ m de largo, 12.42 μ m de ancho

Hábitat: Béntica y metafitica. Cosmopolita. De agua dulce, en rocas húmedas, en ambientes tropicales (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Oscillatoria limosa C. Agardh ex Gomont 1892. Lámina 2, figura 20.

Talo azul-verde, vaina incolora, terminaciones no atenuadas. Células más anchas que largas, contenido homogéneo, las apicales planas redondeadas, convexas, sin caliptra.

Dimensiones: Célula de 2.99 μ m de largo, 7.14 μ m de ancho.

Hábitat: Bentónico. De agua dulce, adherido en varios sustratos o flotando libres, con frecuencia en aguas contaminadas o salobres, en embalses contaminados, en suelos húmedos de los lagos o sobre otras algas (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica afín a bajas temperaturas, niveles mínimos de alcalinidad y pH, aguas ligeramente duras, poco oxigenadas y valores de demanda bioquímica de oxígeno, niveles bajos a altos de conductividad eléctrica, fósforo y nitrógeno, y en aguas muy transparentes.

Oscillatoria serpentina Richter in Kuntze 1898. Lámina 2, figura 21.

Talo azul-verde, vaina incolora, con terminaciones atenuadas. Células comúnmente más anchas que largas, contenido homogéneo, células del ápice redondeadas y ligeramente curvas hacia uno de los lados, sin caliptra.

Dimensiones: Célula de 3.30 μ m de largo, 4.45 μ m de ancho.

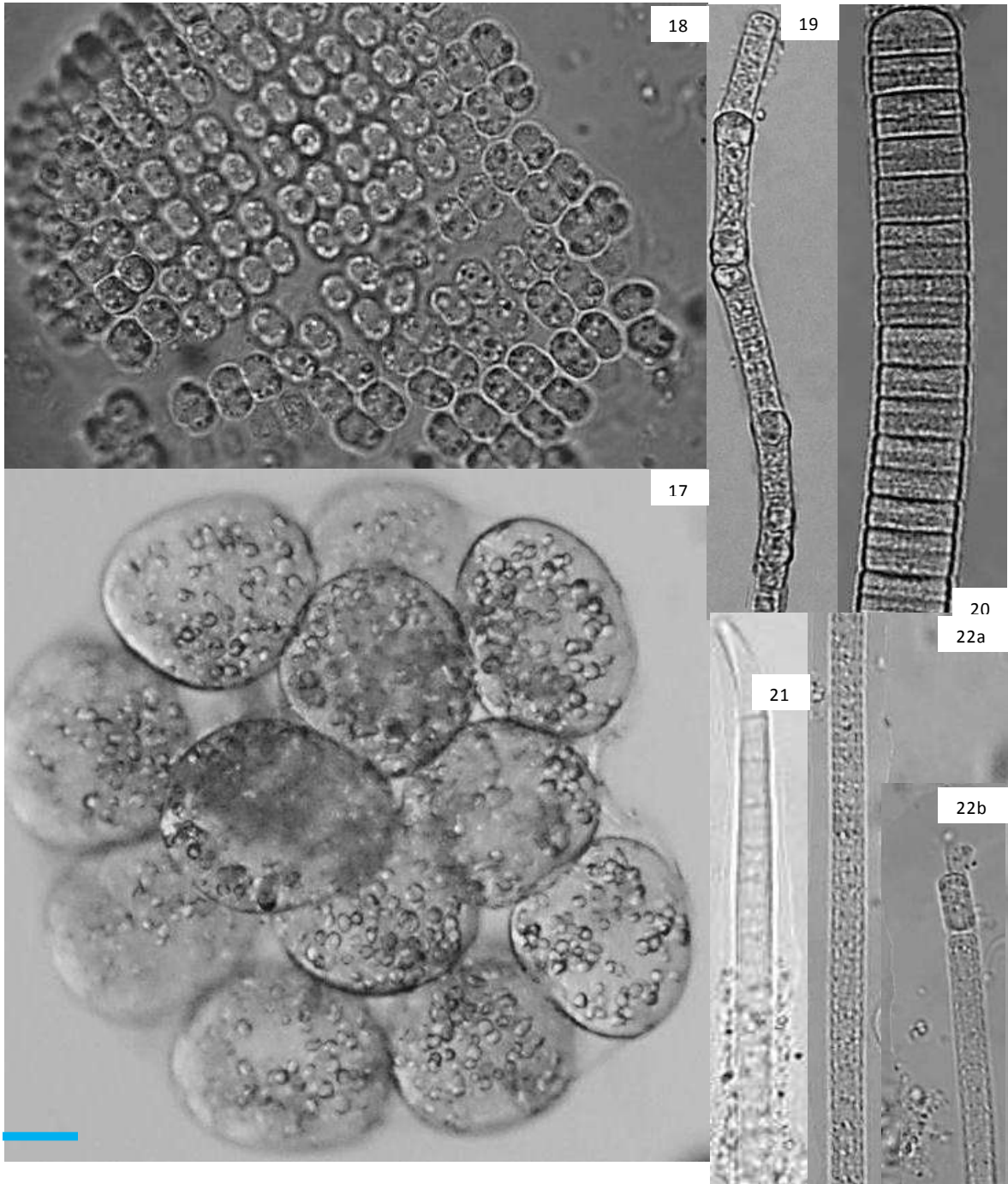
Hábitat: Perifítico (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

LÁMINA II

<i>Aphanothece glomerata</i>	17
<i>Merismopedia glauca</i>	18
<i>Oscillatoria tenuis</i>	19
<i>Oscillatoria limosa</i>	20
<i>Oscillatoria serpentina</i>	21
<i>Lyngbya martensiana</i>	22

LÁMINA II



10µm

20µm

Lyngbya thermalis Rabenhorst ex Forti 1907. Lámina 3, figura 23.

Tricomas cilíndricos libres, solitarios. Filamento largo, ligeramente curvo. Vaina hialina e incolora. Células más anchas que largas, con pared ligeramente engrosada, las apicales ligeramente constreñidas y curvas, no capitadas, sin caliptra.

Dimensiones: Célula de 2.74 μ m de largo, 5.33 μ m de ancho.

Hábitat: Perifítico. Asociado a aguas termales, sobre suelos húmedos (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Geitlerinema splendidum (Greville ex Gomont) Anagnostidis 1989. Lámina 3, figura 24.

Talos finos, azul verde brillante. Filamentos rectos o ligeramente enroscados con terminaciones redondeadas y ligeramente atenuadas. Células más largas que anchas, con gránulos de cianoficina muy visibles cerca de las esquinas de cada una de ellas.

Dimensiones: Célula de 9.36 μ m de largo, 2.65 μ m de ancho.

Hábitat: Planctónico o perifítico. Cosmopolita. De agua dulce, en ambientes poco profundos como agua estancada viviendo sobre plantas o cualquier otro objeto, también en agua salada o contaminada por H₂S (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica afín a bajas temperaturas, niveles mínimos de alcalinidad y pH, aguas ligeramente duras, poco oxigenadas y moderada demanda bioquímica de oxígeno, niveles bajos a altos de conductividad eléctrica, fósforo y nitrógeno, y en aguas muy transparentes.

Phormidium chlorinum (Kützing ex Gomont) Umezaki & Watanabe 1994. Lámina 3, figura 25.

Tricomas finos, solitarios, verde-amarillo, derechos o ligeramente flexuosos, algunas veces con paredes ligeramente constreñidas. Células ligeramente más largas que anchas, paredes no granuladas, sin vesículas de gas, las apicales ligeramente redondeadas.

Dimensiones: Célula de 5.47 μ m de largo, 4.17 μ m de ancho

Hábitat: Bentónico. Ampliamente distribuido, probablemente cosmopolita. En lodo orgánico, en sulfuros, poco frecuentes en aguas ligeramente saladas (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Phormidium acidophilum J.J. Copeland 1936. Lámina 3, figura 26.

Tricomas gruesos, más o menos rectos o flexuosos, constreñido en las paredes, extremos no atenuados. Células redondeadas

Dimensiones: Célula de 2.47 μ m de largo, 1.42 μ m de ancho

Hábitat: Asociado a ambientes ácidos durante la primavera (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: Especie planctónica, tolerante a niveles mínimos de pH, ligeramente oxigenadas y transparentes, a temperaturas moderadas, en aguas duras, con elevado contenido en fósforo y con elevada demanda bioquímica de oxígeno.

Microcoleus beggiatoiformis (Gomont) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen in Strunecky *et al.* 2013. Lámina 3, figura 27.

Tricomas rectos, no constreñido, sin gránulos en las paredes, atenuado, capitado. Células más largas que anchas. Células terminales capitadas, con caliptra cónica.

Dimensiones: Célula de 6.41 μ m largo y el ancho de 3.36 μ m.

Hábitat: Principalmente en el agua dulce, estancada, fría y rica en minerales (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a bajas concentraciones de nitratos, con mínima transparencia, pH ligeramente básicos, con niveles mínimos a moderados de oxígeno disuelto.

Phormidium terebriforme (C. Agardh ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988. Lámina 3, figura 28.

Tricomas largos, rectos o flexuosos, verde oliva y granulado. Células más cortas que largas, las apicales redondeadas o ligeramente truncadas, sin caliptra.

Dimensiones: Célula de 3.36 μ m largo y el ancho de 2.99 μ m.

Hábitat: Perifítico o béntico. En el litoral de lagos o estanques. En aguas frías, estancadas, canales, pantanos y en ambientes tropicales o subtropicales (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a bajos niveles de nitratos, valores ligeramente bajos de dureza, oxígeno disuelto y transparencia, con elevada concentración de alcalinidad, fósforo, conductividad eléctrica y temperaturas muy cálidas.

Planktothrix. K. Anagnostidis & J. Komárek, 1988. Lámina 3, figura 29.

Tricomas libres, solitarios, isopolares, cilíndricos. Células más anchas que largas, cilíndricas en forma de barril y la apical redondeada.

Dimensiones: Célula de 7.80 μ m de largo, 4.04 μ m de ancho.

Condiciones en el lago de Cuitzeo: Especie planctónica, tolerante a niveles bajos de pH, ligeramente oxigenadas y transparentes, a temperaturas moderadas, en aguas duras, con elevado contenido en fósforo y con mayor demanda bioquímica de oxígeno.

Lyngbya martensiana Meneghini ex Gomont 1892. Lámina 2, figura 22.

Tricomas cilíndricos libres, solitarios. Filamento largo, ligeramente curvo. Vaina hialina e incolora. Células más anchas que largas, las apicales redondeadas y sin caliptra.

Dimensiones: Célula de 1.78 μ m de largo, 5.28 μ m de ancho.

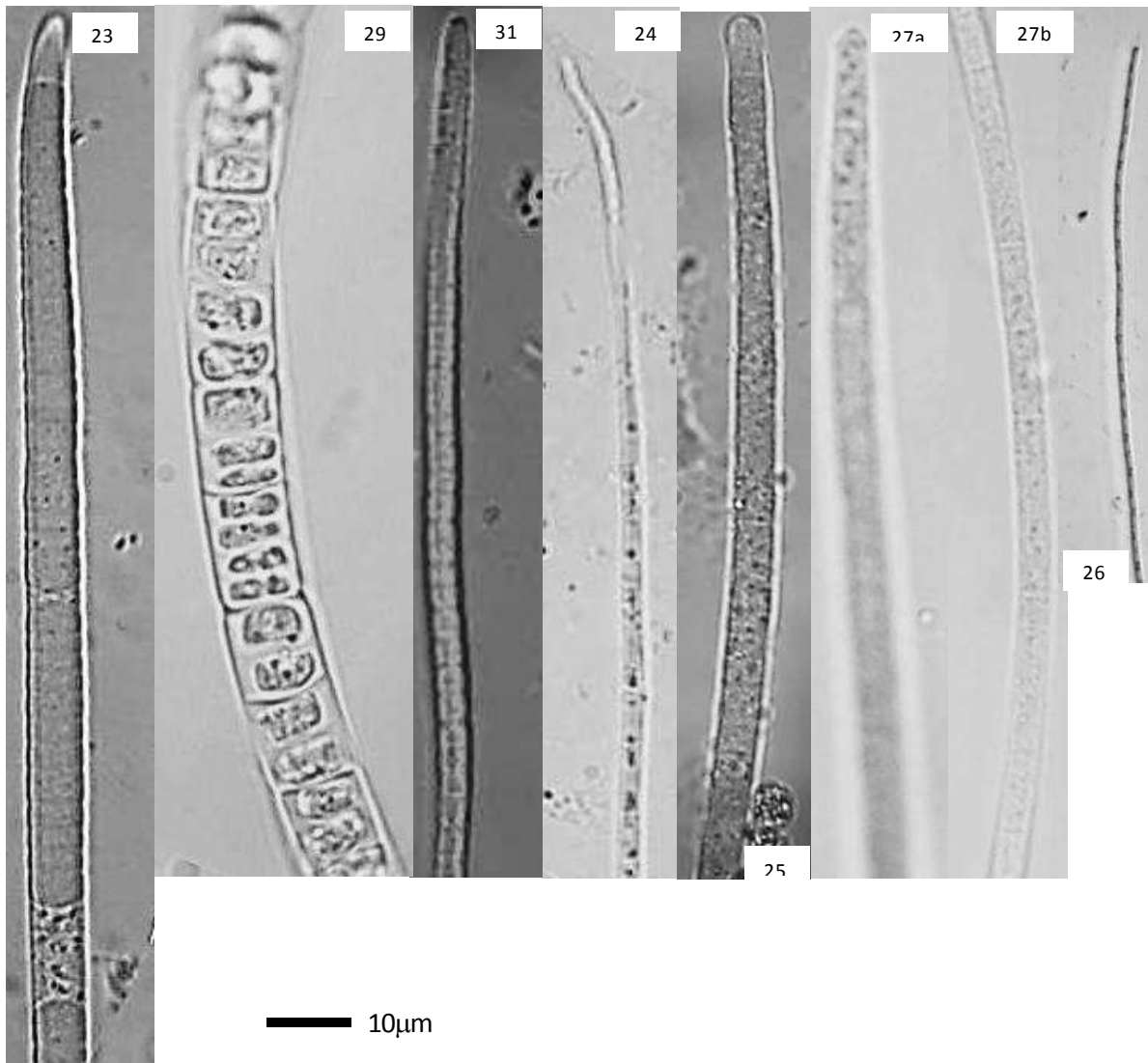
Hábitat: Perifítica o metafítica. Probablemente cosmopolita. Asociado a sustratos y aguas termales (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: Especie planctónica, tolerante a niveles mínimos de pH, ligeramente oxigenadas y transparentes, a temperaturas moderadas, en aguas duras, con elevado contenido en fósforo y con mayor demanda bioquímica de oxígeno.

LÁMINA III

<i>Lyngbya thermalis</i>	23
<i>Geitlerinema splendidum</i>	24
<i>Phormidium chlorinum</i>	25
<i>Phormidium acidophilum</i>	26
<i>Microcoleus beeggiatoiformis</i>	27
<i>Phormidium terebriforme</i>	28
<i>Planktothrix</i> sp.	29

LÁMINA III



Anabaena fallax Komárek & Komárková-Legnerová 2002. Lámina 4, figura 30.

Tricomas cortos, libres, solitarios, curvos, septos redondeados, ligeramente constreñidos. Células levemente cilíndricas, más largos que anchos. Heterocito ovoide a ligeramente esférico. Acinetos esféricos.

Dimensiones: Célula de 6.09 μ m de largo, 4.03 μ m de ancho. Heterocito de 3.92 μ m.

Hábitat: Asociados a lagos volcánicos, lagos y embalses artificiales con diversos niveles tróficos, piscinas hipertróficas, lagos costeros salinos (Komarek, 2013).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, poca transparencia, de mínimo a máximo contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Nodularia spumigena Mertens ex Bornet & Flahault 1888. Lámina 4, figura 31.

Tricomas libres, solitarios, cilíndricos y algunas veces discontinuos y márgenes ligeramente difluentes. Células más anchas que largas, discoidales, redondeadas. Numerosos aerótopos. Heterocito transversal oval. Acineto ligeramente esférico.

Dimensiones: Célula de 3.68 μ m largo y el ancho de 4.95 μ m. Heterocito de 6.52 de diámetro.

Hábitat: Planctónico. Asociado a ambientes salinos, principalmente en lagos, pantanos y embalses salinos (Komarek, 2013).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Trichormus propinquus (Setchell & N.L. Gardner) Komárek & Anagnostidis 1989. Lámina 4, figura 32.

Tricomas flexuosos, paredes constreñidas, sin vaina. Células más largas que anchas, ligeramente cuadráticas, terminales redondeadas. Heterocito más o menos esférico. Acineto esférico.

Dimensiones: Célula de 2.36 μ m largo y el ancho de 3 μ m.

Hábitat: Ambientes salinos (Komarek, 2013).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Calothrix polymorpha Y.-Y. Li 1984. Lámina 4, figura 33.

Tricoma cespitoso, curvo, constreñido en las paredes transversales y atenuado. Filamentos con crecimiento irregular desde la base, vainas incoloras. Células cuadrangulares, con vesículas de gas, azul-verde. La basal es más ancha que larga. Heterocisto basal, hemisférica.

Dimensiones: Célula de 6.60 μ m largo y el ancho de 3.68 μ m. Célula basal es de 6.60 μ m de largo y 3.60 μ m de ancho. Heterocisto de 5.87 μ m de largo y 5.96 μ m de ancho.

Hábitat: En aguas termales, en temperaturas de 42°C (Komarek, 2013).

Afinidad ambiental en el presente estudio: Especie perifítica, asociado a bajas temperaturas, muy transparentes moderada demanda bioquímica de oxígeno, alcalinidad y fósforo, aguas de moderada a elevada salinidad y conductividad eléctrica, con elevado contenido en nitratos, dureza, y pH

Pseudanabaena thermalis Anagnostidis 2001. Lámina 4, figura 34.

Tricomas erectos, raramente solitarios, con terminaciones redondeadas, de 8 células. Células más largas que anchas, con terminaciones redondeadas, cilíndricas y aerótopos.

Dimensiones: Células de 3.76 μ m de largo, 2.59 μ m de ancho.

Hábitat: De aguas termales, común en sistemas alcalinos en primavera, en ambientes de temperaturas de 28 a los 54 °C y en pH de 7-9.5 (Komarek, 2013).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de mínimos a máximo contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Pseudanabaena mucicola (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe 1964. Lámina 4, figura 35.

Tricomas cilíndricos, cortos, solitarios, de 12 células. Células cilíndricas, cortas, con terminaciones redondeadas, con contenido homogéneo.

Dimensiones: Tricomas de 31.58µm largo y el ancho de 2.16µm.

Hábitat: Perifítico. Distribuido ampliamente en lagos, estanques, en el litoral de pantanos salobres y en cuerpos de agua salinos de zonas tropicales (Komárek y Anagnostidis, 2005)

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de menor a mayor contenido de oxígeno, así como elevadas concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Leptolyngbya boryana (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988. Lámina 4, figura 36.

Tricomas curvos, delgados, vainas incoloras, no granulados. Células más largas que anchas, con terminaciones redondeadas en células apicales.

Dimensiones: Célula de 1.14µm de largo, 1.72µm de ancho

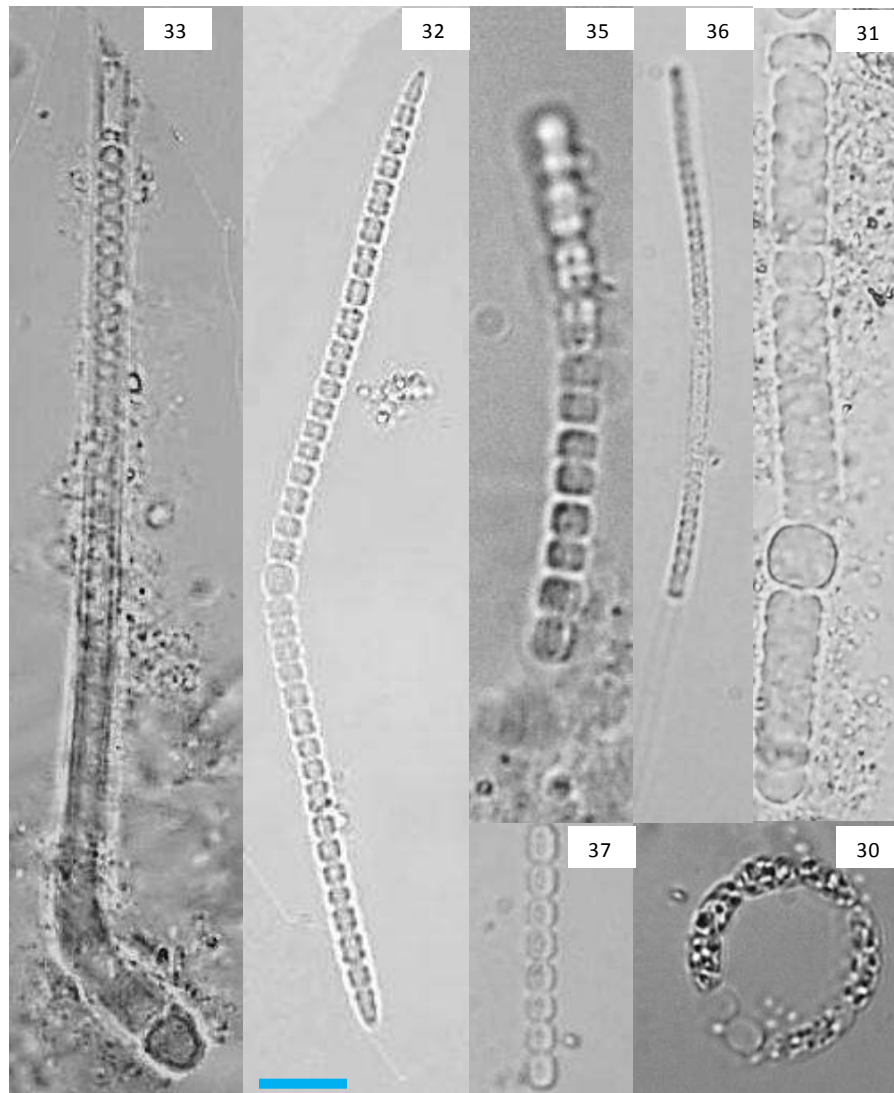
Hábitat: Metafítico. De agua dulce, en aguas estancadas, entre las algas y plantas acuáticas (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de menor a mayor contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

LÁMINA IV

<i>Anabaena phalax</i>	30
<i>Nodularia spumigena</i>	31
<i>Trichormus propinquus</i>	32
<i>Calothrix polymorpha</i>	33
<i>Pseudanabaena thermalis</i>	34
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	35
<i>Leptolyngbya boryana</i>	36

LÁMINA IV



10µm

20µm

XANTOPHYCEAE

Tetraplektron torsum (W.B. Turner) Dedusenko-Shchegoleva 1962. Lámina 5, figura 39.

Célula tetraédrica, poco comprimida a los laterales, con espinas cónicas y agudas en cada esquina, dispuestos en ángulos débilmente convergentes de 90°C.

Dimensiones: Célula de 26.4µm de largo, 6.6 µm de ancho.

Hábitat: Planctónico. En lagos o en aguas estancadas (Ettl, 1987).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de menor a mayor contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Ophiocytium parvulum (Perty) A. Braun 1855. Lámina 5, figura 38.

Células sin espinas, regularmente en forma de salchicha, en espiral o curvadas, con ápices capitados o ligeramente redondeados.

Dimensiones: Célula 31.70µm de largo, 3.35µm de ancho.

Hábitat: Ampliamente distribuidas, principalmente en ambientes ácidos (Ettl, 1987).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de menor a mayor contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Ophiocytium capitatum Wolle 1887. Lámina 5, figura 37.

Célula con espinas largas, atenuadas gradualmente en cada polo, en forma de salchicha, ligeramente curvo.

Dimensiones: Célula de 90.64µm largo y el ancho de 5.24µm.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica afín a bajas temperaturas, niveles mínimos de alcalinidad y pH, aguas ligeramente duras, poco oxigenadas y valores intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, niveles mínimos a máximos de conductividad eléctrica, fósforo y nitrógeno, y en aguas muy transparentes.

COSCINODISCOPHYCEAE

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen 1979. Lámina 5, figura 40.

Frústulos filamentosos, cortos o largos. Valvas cilíndricas, partes superficiales frontales redondeadas. Con una o dos espinas alargadas y espinas en la periferia con arreglos de 4 a 8 con las que se unen a las células vecinas. Sin rafe. Estrías paralelas al eje de la valva.

Dimensiones: Célula de 3.16 μ m de diámetro, 12.58 μ m de largo, 6.99 μ m de ancho y 8/10 μ m estrías.

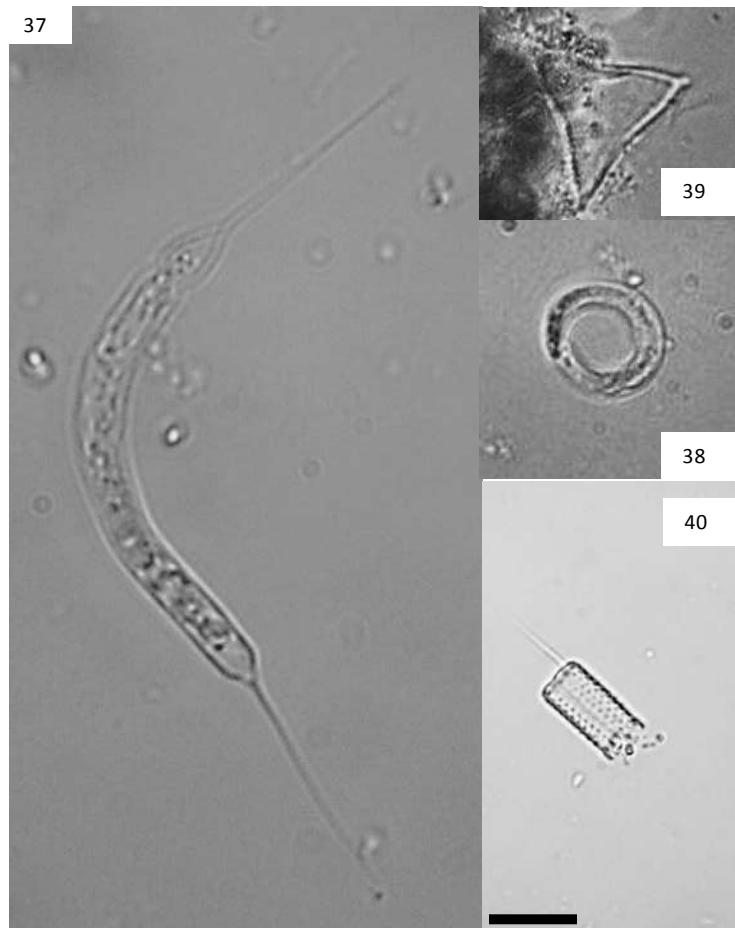
Hábitat: Cosmopolita. En ambientes eutróficos, altos niveles de sílice, profundos y turbios (Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999).

Afinidad ambiental en el presente estudio: Especie planctónica, tolerante a niveles bajos de pH, ligeramente oxigenadas y transparentes, a temperaturas moderadas, en aguas duras, con elevado contenido en fósforo y demanda bioquímica de oxígeno.

LÁMINA V

<i>Ophiocytium capitatum</i>	37
<i>Ophiocytium parvulum</i>	38
<i>Tetraplektron torsum</i>	39
<i>Aulacoseira granulata</i>	40

LÁMINA V



10μm

MEDIOPHYCEAE

Cyclotella meneghiniana Kützing 1844. Lámina 6, figura 41.

Frústula unicelular, solitaria, con simetría radial, área central lisa. Sin rafe. Estrías del margen gruesas que se adelgazan hacia el centro de la valva.

Dimensiones: Célula de 12.62µm de diámetro y con 10 a 13 /10µm estrías.

Hábitat: Perifítico. Común en estanques, ríos y lagos eutróficos, principalmente en ambientes poco profundos, turbios, amplio espectro de pH y salinidad, con bajas concentraciones de oxígeno, elevada contaminación agrícola, industrial y residuales, tolerante desde ambientes ácidos a alcalinos y de bajos a intermedios niveles de conductividad y en aguas eutróficas (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a; Israde *et al.*, 2010; Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevadas concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Stephanodiscus niagarae Ehrenberg 1845. Lámina 6. Figura 42.

Frústula unicelular, solitari, circular, cóncava en el centro. Estrías con areolas radiales biseriadas en el margen y uniseriado en el centro. Espinas marginales.

Dimensiones: Célula de 64.44µm diámetro.

Hábitat: Planctónico. Asociado a ambientes oligotróficos y de sistemas profundos (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a; Israde *et al.*, 2010; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de menor a mayor contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de mínima a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Stephanodiscus medius Håkansson 1986. Lámina 6, figura 43.

Frústula unicelular, solitaria circular. Estrías radiales, con areolas, dispuestas en hileras que convergen en el centro.

Dimensiones: Célula de 16.26µm de diámetro.

Hábitat: Planctónico. Principalmente en ambientes alcalinos y oligohalobios (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a; y Ortega, 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica con afinidad a concentraciones de salinidad moderadas a elevadas, niveles intermedios de conductividad eléctrica y pH altamente básicos.

Conticribra weissflogii (Grunow) Stachura-Suchoples & D.M.Williams 2009. Lámina 6, figura 44.

Frústula, unicelular, solitaria, con simetría radial y área central cóncava. Sin rafe. Areolas poligonales, finas y radiadas.

Dimensiones: Célula de 12.06µm de diámetro y 13/10µm areolas.

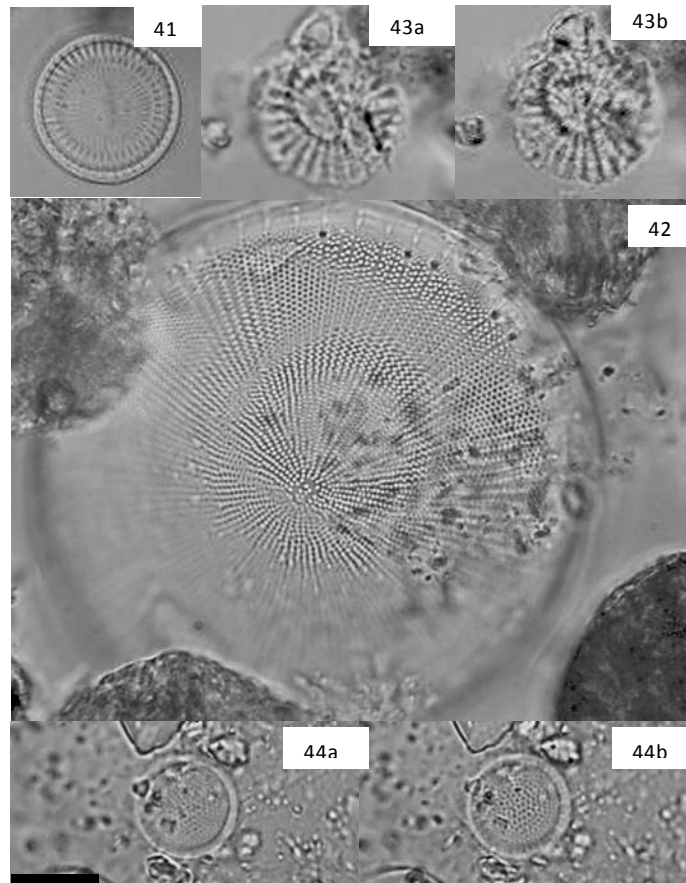
Hábitat: Asociado a ríos, en ecosistemas salobres, pH de 7.9, altamente eutróficos, neutros a alcalinos (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a; Ortega, 2002; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, mínima transparencia, de menor a mayor contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

LÁMINA VI

<i>Cyclotella meneghiniana</i>	41
<i>Stephanodiscus niagarae</i>	42
<i>Stephanodiscus medius</i>	43
<i>Conticribra weissflogii</i>	44

LÁMINA VI



— 10µm

FRAGILARIOPHYCEAE

Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère in Jahn *et al.* 2001. Lámina 7, figura 45.

Frústulas unicelulares, lineales, atenuados gradualmente hacia las proyecciones rostradas. Polos estrechos. Sin rafe. Área central más larga que ancha, ligeramente cuadrado. Estrías rectas paralelas y más cortas en la parte central. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 226.56 de largo, 7.35 de ancho y con 9/10 μ m estrías.

Hábitat: Ampliamente distribuido, en aguas altamente duras, con pH elevado, bajas concentraciones de oxígeno, elevada contaminación y contenido iónico (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a; Ortega, 2002; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica afín a bajas temperaturas, niveles mínimos de alcalinidad y pH, aguas ligeramente duras, poco oxigenadas y valores intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, niveles de menor a mayor conductividad eléctrica, fósforo y nitrógeno.

Fragilaria acus (Kützing) Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot 2000. Lámina 7, figura 46.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, finas, constreñidas gradualmente hacia los ápices, con polos redondeados. Laterales paralelos. Área central más ancha y lisa. Estrías rectas, paralelas. Sin rafe. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 60.96 μ m de largo, 2.74 μ m de ancho y con 15/10 μ m estrías.

Hábitat: Euplanctónico. Asociado a ambientes eutróficos, o contaminados con agua industrial o de residuo (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a; Ortega, 2002; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de menor a mayor contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de mínimos a elevados de dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Fragilaria nitzschoides Grunow in Van Heurck 1881. Lámina 7, figura 47.

Frústulas unicelulares o en agrupaciones. Valvas lineales, ligeramente atenuadas hacia los ápices. Polos redondeados. Sin rafe. Laterales rectos. Estrías rectas y paralelas transversalmente. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 35.14 μ m de largo, 4.91 μ m de ancho y con 14/10 μ m estrías.

Hábitat: Perifítico. Asociado a rocas o a otras algas. Ambientes con baja concentración de electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de bajos a altos contenidos de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Pseudostaurosira elliptica (Schumann) Edlund, Morales & Spaulding 2006. Lámina 7, figura 48.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas elipsoidales, ápices redondeados. Sin rafe. Laterales cóncavos. Estrías rectas paralelas, ligeramente radiales transversalmente. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 8.79 μm de largo, 6.40 μm de ancho y con 12/10 μm estrías.

Hábitat: Cosmopolita. En ambientes dulceacuícolas o salobres y con baja concentración de electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de menor a mayor contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio

Belonastrum berolinensis (Lemmermann) Round & Maidana 2001. Lámina 7, figura 49.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, ligeramente amplias en la zona ventral y ligeramente atenuadas hacia los ápices. Polos redondeados. Sin rafe. Estrías rectas, ligeramente radiadas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 13.17 μm de largo, 3.38 μm de ancho y con 16/10 μm estrías

Hábitat: Planctónico. En ambientes de flujo lento, con bajo contenido de electrolitos y eutróficos (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica con afinidad a concentraciones de salinidad moderadas a altas, niveles intermedios de conductividad eléctrica y pH altamente básicos.

Fragilaria vaucheriae (Kützing) J.B.Petersen 1938. Lámina 7, figura 50.

Frústulas en racimos o filamentos cortos. Valvas lanceoladas y amplias y ápices capitadas. Área central ubicada hacia un lado. Sin rafe. Estrías centrales y apicales ligeramente paralelas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 39.06 μm de largo, 4.74 μm de ancho y con 10.5/10 μm estrías.

Hábitat: Perifítico y metafítico. En ambientes ologohalobio y alcalino, medios oligo a moderadamente mesotróficos. En bajas concentraciones de oxígeno disuelto, altamente contaminados, ligeramente ácidos a alcalinos y con alta concentración electrolítica (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de menor a mayor contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Staurosira venter (Ehrenberg) Cleve & J.D. Möller 1879. Lámina 7, figura 51.

Frústulas solitarias o en filamentos. Polos redondeados. Zona central abultada. Sin rafe. Estrías paralelas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 10.91 μm de largo, 5.91 μm de ancho y con 14/10 μm estrías.

Hábitat: Planctónico y perifítico. En ambientes alcalinos, altamente contaminados, con gran cantidad de materia orgánica (Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de menor a mayor contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a; Ortega, 2002; y Segura 2011).

Ctenophora pulchella (Ralfs ex Kützing) D.M. Williams & Round 1986. Lámina 7, figura 52.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineales, lanceoladas, ligeramente estrechas y lisas en la parte ventral. Polos redondeados. Sin rafe. Laterales rectos. Estrías rectas y paralelas transversalmente.

Dimensiones: Célula de 23.01 μm de largo, 5.52 μm de ancho y con 11/10 μm estrías.

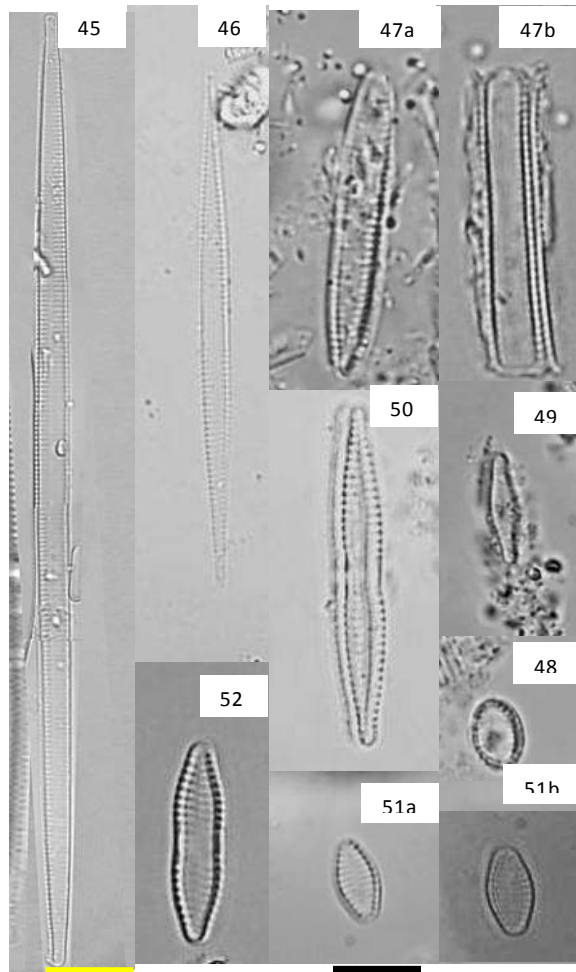
Hábitat: Cosmopolita. Asociado a ecosistemas salobres, con moderado contenido de electrolitos y eutróficos (Krammer y Lange-Bertalot. 1991a).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a bajos niveles de nitratos, valores ligeramente bajos de dureza, oxígeno disuelto y transparencia, con alta concentración de alcalinidad, fósforo, conductividad eléctrica y temperaturas muy cálidas.

LÁMINA VII

<i>Ulnaria ulna</i>	45
<i>Fragilaria acus</i>	46
<i>Fragilaria nitzschioides</i>	47
<i>Pseudostaurosira elliptica</i>	48
<i>Belonastrum berolinensis</i>	49
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	50
<i>Staurosira venter</i>	51
<i>Ctenophora pulchella</i>	52

LÁMINA VII



10µm

30µm

BACILLARIOPHYCEAE

Eunotia monodon var. *monodon* Ehrenberg 1843. Lámina 8, figura 53.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, laterales paralelos, ligeramente curvos, ápices redondeados y abultados o gruesos. Estrías paralelas y transversales. Rafe marginal. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 107.24 μ m de largo, 7.20 μ m de ancho y con 10/10 μ m estrías.

Hábitat: Cosmopolita. Principalmente en aguas distróficas, con elevado contenido de electrolitos, en pantanos (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b).

Afinidad ambiental en el presente estudio: asociado a condiciones de pH ligeramente bajos a altos, baja transparencia, de menor a mayor contenido de oxígeno, así como elevada demanda bioquímica de oxígeno, de baja a moderada dureza, conductividad eléctrica y alcalinidad, mínimos niveles de salinidad y abundante contenido de nitritos y amonio.

Eucoconeis laevis (Østrup) Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Genkal 1999. Lámina 8, figura 54.

Frústulas unicelulares, solitarias, elipsoidales, laterales ligeramente cóncavos. Polos redondeados. Rafe filiforme. Isopolar. Estrías muy finas y tenues.

Dimensiones: Célula de 18.87 μ m de largo, 7.85 μ m de ancho y con 24/10 μ m estrías.

Hábitat: Probablemente cosmopolita. Ecosistemas con bajo contenido de electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Psammothidium montanum (Krasske) S. Mayama in S. Mayama, M.Idei, K.Osada & T.Nagumo 2002. Lámina 8, figura 55.

Frústulas unicelulares, solitarias elípticas, ligeramente redondeadas en los polos. Rafe filiforme. Estrías muy finas y ligeramente radiadas en el centro. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 11.72 μ m de largo y 5.54 μ m de ancho.

Hábitat: Cosmopolita. Asociado a ecosistemas oligotróficos, adherido a superficies de rocas húmedas (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en aguas moderadamente duras, ligeramente oxigenadas y con niveles altos de pH, con elevada demanda bioquímica de oxígeno y altas temperaturas.

Lemnicola hungarica (Grunow) Round & Basson 1997. Lámina 8, figura 56.

Frústulas unicelulares, solitarias, elípticas, ligeramente rostradas en los extremos. Con una subfacia. Rafe en una sola valva. Estrías muy finas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 26.24µm de largo, 7.47µm de ancho y con 20/10µm fíbulas.

Hábitat: Perifítica. En ambientes alcalinos, oligohalobios, en sistemas contaminados por actividad industrial, agrícola y aguas residuales elevadas. Ligeramente ácidas a alcalinas (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas bajas a altamente transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Achnanthydium exiguum (Grunow) Czarnecki 1994. Lámina 8, figura 57.

Frústulas solitarias, rombo-elípticas. Ápices capitados. Sin rafe. Estrías radiales. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 17.01µm de largo y 5.53µm de ancho

Hábitat: Planctónico, perifítico y metafítico. Cosmopolita. En ambientes alcalinos, oligohalino, con alto contenido iónico, materia orgánica y aguas de bajo a alto contenido de oxígeno (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b; Ortega 2002; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Planothidium frequentissimum (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot 1999. Lámina 8, figura 58.

Frústulas unicelulares, solitarios. Valvas elipsoidales, polos redondeados, ligeramente capitados. Estrías transapicales. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 16.04 μm de largo, 5.29 μm de ancho y con 15/10 μm estrías.

Hábitat: Cosmopolita. Asociado a ambientes oligotróficos, de circumneutrales a alcalinos y altas concentraciones de oxígeno (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Achnantheiopsis delicatula (Kützing) Lange-Bertalot 1997 (Kützing) Grunow in van Heurck 1880. Lámina 8, figura 59.

Frústulas unicelulares, solitarias, elípticas, lanceoladas. Laterales ligeramente curvos. Polos levemente atenuados y redondeados. Rafe filiforme. Estrías muy finas y ligeramente radiadas en el centro. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 15.84 μm de largo, 5.19 μm de ancho y con 15/10 μm estrías

Hábitat: Cosmopolita. Asociado a ecosistemas salobres o de agua dulce, con alto contenido de electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki 1994. Lámina 8, figura 60.

Frústulas solitarias, linear-elípticas, alargadas. Polos redondeados, protuberantes, ligeramente truncados. Rafe lineal. Estrías lineales y radiales en el centro. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 15.05 μm de largo, 2.68 μm de ancho.

Hábitat: Cosmopolita. Perifítico y metafítico. De ambientes alcalífilas y oligohalobias. En sistemas acuáticos con alto contenido de oxígeno, fuerte contaminación agrícola y de residuo, elevado contenido iónico y mesotróficos a eutróficos. En aguas corriente, en estanques artificiales y ríos (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b; Ortega 2002; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, característica de ambientes con bajas a elevadas concentraciones de nitratos, amonio y dureza, ligeras a altamente salinas, con moderado a elevado contenido de conductividad eléctrica y pH, con elevado contenido de alcalinidad, fósforo, oxígeno y en con elevadas temperaturas.

Cocconeis placentula Ehrenberg 1838. Lámina 8, figura 61.

Frústulas unicelulares, solitarias, elipsoidales. Polos redondeados. Rafe recto, filiforme. Estrías radiales, curvas y finamente punteadas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 23.87µm de largo, 14.13µm de ancho y con 20/10µm estrías.

Hábitat: Planctónicos y perifítica. Cosmopolita. Asociado a ambientes alcalifilos y oligohalobios, de mesotróficos a eutróficos. En lagos, arroyos, canales, represas, charcos y estanques artificiales (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b; y Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en aguas moderadamente duras, ligeramente oxigenadas y con niveles altos de pH, con elevada demanda bioquímica de oxígeno y altas temperaturas.

Amphora libyca Ehrenberg 1841. Lámina 8, figura 62.

Frústulas unicelulares, solitarias, sub-elípticas. Polos ligeramente rostrados. Margen dorsal cóncavo, y el central recto. Isopolar. Rafe recto hacia el margen ventral, arqueado en forma de sigmoide. Estrías dorsales radiales.

Dimensiones: Célula de 22.85µm de largo, 11.61µm de ancho y cuenta con 14/10µm estrías.

Ecología: Perifítica. Cosmopolita. En ambientes oligohalinos, eutróficos y con moderado a elevado contenido de electrolitos. (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b; y Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Halumphora veneta (Kützing) Levkov 2009. Lámina 8, figura 63.

Frústulas unicelulares, solitarias, sub-elípticas. Polos ligeramente rostrados. Margen dorsal cóncavo y el central recto. Rafe recto. Estrías dorsales radiales. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 21.10µm de largo, 5.08µm de ancho y con 28/10µm estrías.

Hábitat: Asociado a ambientes con alto contenido de electrolitos, baja concentración de oxígeno disuelto, aguas ácidas a moderadamente alcalinas y fuerte contaminación de aguas industriales, agrícolas y de desecho (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b; Ortega 2002; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas bajas a altamente transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Amphora ovalis (Kützing) Kützing 1844. Lámina 8, figura 64.

Frústulas unicelulares, solitarias, sub-elípticas. Polos rostrados y redondeados. Margen dorsal cóncavo y el central recto a ligeramente elíptico. Rafe recto. Estrías dorsales y ventrales radiales, y paralelos en los polos. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 36.8µm de largo y 19.6 de ancho.

Hábitat: Plactónica y perifítica. Cosmopolita. En agua corriente y estancada. En ambientes alcalífila y oligohalobia, altamente eutróficos, con elevado contenido de material orgánico. En estanques artificiales (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b; y Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, influenciada por aguas poco transparentes, niveles poco contenido de fósforo, con moderada conductividad eléctrica, salinidad, dureza, niveles intermedios de pH y con valores bajos de temperatura, de menor a mayor contenido de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno y elevados niveles de nitrógeno y amonio.

Surirella tenera W. Gregory 1856. Lámina 8, figura 65.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas ligeramente ovales, polo posterior redondeado, y el anterior con un polo más agudo. Estrías transversales, radiales. Fíbulas radiales ordenadas en el margen. Heteropolar.

Dimensiones: Célula de 142.16µm de largo, 36.63µm de ancho cuenta con 3/10µm fíbulas.

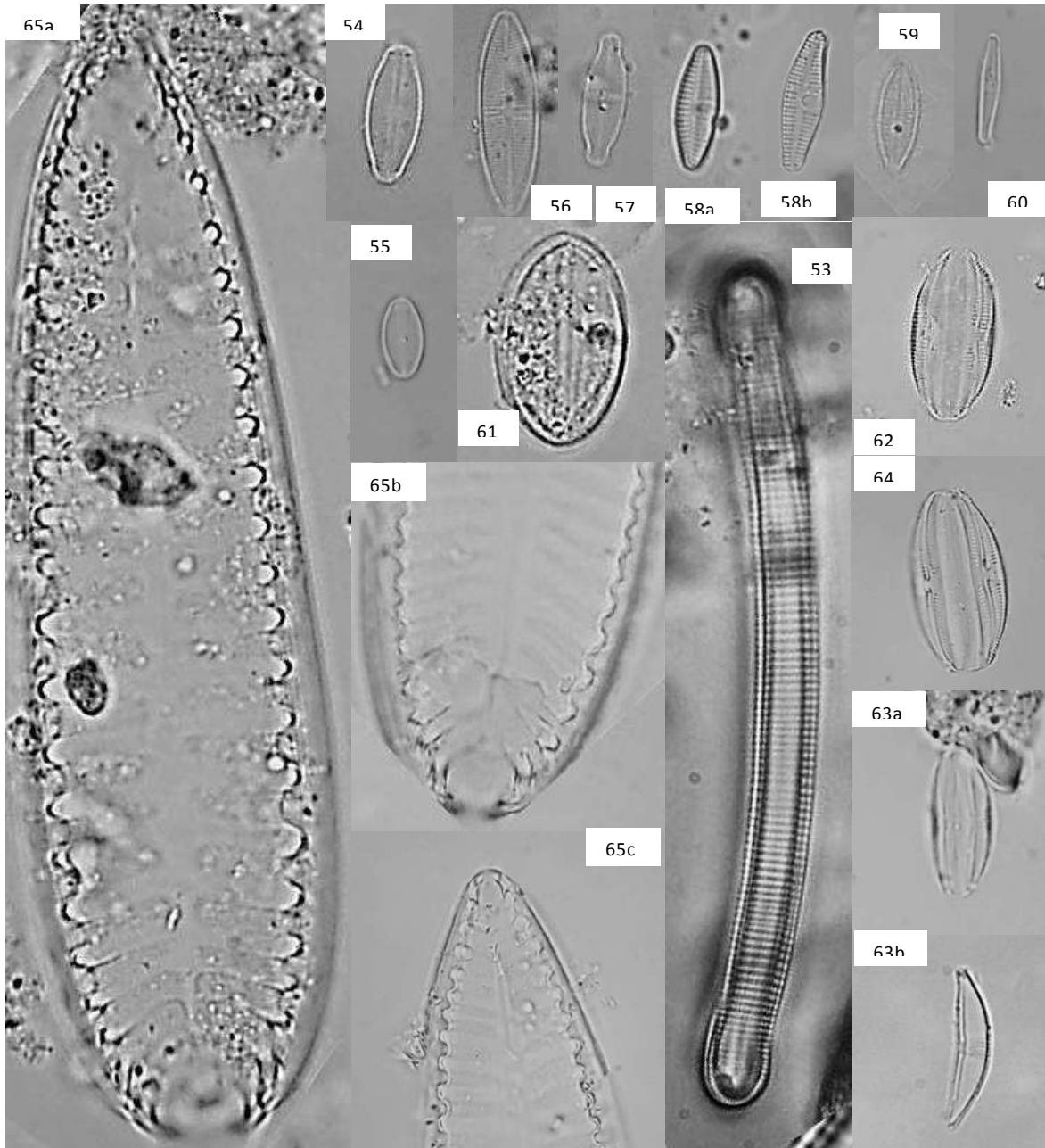
Hábitat: Planctónico y perifítico. Cosmopolita. En sistemas con moderado contenido electrolítico, en aguas oligotróficas. En estanques y lagos (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a bajos niveles de alcalinidad, salinidad, conductividad eléctrica y pH ligeramente básicos, en aguas ligeramente a altamente duras, con moderada a elevada transparencia.

LÁMINA VIII

<i>Eunotia monodon</i> var. <i>monodon</i>	53
<i>Eucoconeis laevis</i>	54
<i>Psammothidium montanum</i>	55
<i>Lemnicola hungarica</i>	56
<i>Achnanthydium exiguum</i>	57
<i>Planothydium frequentissimum</i>	58
<i>Achnantheiopsis delicatula</i>	59
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	60
<i>Cocconeis placentula</i>	61
<i>Amphora libyca</i>	62
<i>Halamphora veneta</i>	63
<i>Amphora ovalis</i>	64
<i>Surirella tenera</i>	65

LÁMINA VIII



Surirella brebissonii Krammer & Lange-Bertalot 1987. Lámina 9, figura 66.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas ovales, ligeramente rómbico, polo posterior redondeado, y el anterior con un polo más agudo. Estrías transversales, radiales. Fíbulas radiales ordenadas en el margen, volviéndose finos hacia el centro de la valva. Heteropolar.

Dimensiones: Célula de 40.41 μ m de largo, 25.76 μ m de ancho y con 4.5/10 μ m fíbulas.

Hábitat: Planctónico y perifítico. Principalmente en agua estancada, eurihalobia, en charcos, ríos, arroyos, canales y estanques artificiales (Krammer y Lange-Bertalot. 1991b).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a ambientes con mínima demanda bioquímica de oxígeno, moderada contenido de fósforo, conductividad eléctrica y transparencia, con un pH ligeramente básico, en niveles intermedios a altos de nitratos, oxígeno disuelto, elevada concentración de amonio y a temperaturas.

Campylodiscus clypeus (Ehrenberg) Ehrenberg ex Kützing 1844. Lámina 9, figura 67.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas circulares, ligeramente onduladas, rafe marginal. Fíbulas ordenadas radialmente en el margen. Zona ventral de la valva lisa, hialina.

Dimensiones: Células de 100.41 μ m de diámetro y con 1.5/10 μ m fíbulas.

Hábitat: Bentónico. Asociado a ambientes alcalinos, mesohalobios, altas concentraciones iónicas y carbonatados (Ortega 2002; e Israde *et al*, 2010).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en aguas moderadamente duras, ligeramente oxigenadas y con niveles altos de pH, con elevada demanda bioquímica de oxígeno y altas temperaturas.

Anomoeoneis sphaerophora Pfitzer 1871. Lámina 9, figura 68.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas elipsoidales, lanceoladas, rostradas, laterales ligeramente convexas. Estrías radiadas, paralelas, punteadas. Rafe recto, filiforme. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 54.80 μ m de largo, 16.28 μ m de ancho y con 17/10 μ m estrías.

Hábitat: Planctónica, perifítica. Cosmopolita. Relacionado con ambientes de agua corriente, estancada, charcos, lagos, represas, sistemas alcalifilas y halófilas (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; Ortega 2002; e Israde *et al*, 2010).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, característica de ambientes con bajas a elevadas concentraciones de nitratos, amonio y dureza, ligeras a

altamente salinas, con moderado a elevado contenido de conductividad eléctrica y pH, con elevado contenido de alcalinidad, fósforo, oxígeno y en con elevadas temperaturas.

Anomoeoneis costata (Kützing) Hustedt 1959. Lámina 9, figura 69.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas elipsoidales, rómbicas, sin proyecciones rostradas, polos redondeados. Estrías radiadas, paralelas y punteadas. En el centro de la valva, las terminaciones de las estrías forman una H ligeramente. Rafe recto, filiforme. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 57.54µm de largo, 20.70µm de ancho y con 16/10µm estrías.

Hábitat: Asociado principalmente en aguas mesohalobias, con moderada a alta concentración de salinidad (Krammer y Lange-Bertalot. 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, característica de ambientes con bajas a elevadas concentraciones de nitratos, amonio y dureza, ligeras a altamente salinas, con moderado a elevado contenido de conductividad eléctrica y pH, con elevado contenido de alcalinidad, fósforo, oxígeno y en con elevadas temperaturas.

Encyonema mesianum (Cholnoky) D.G.Mann in Round, R.M.Crawford & D.G.Mann 1990. Lámina 9, figura 70.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas con margen dorsal ligeramente cóncavo y el ventral recto. Polos redondeados. Estrías paralelas, ligeramente radiales. Rafe ventral.

Dimensiones: Célula de 30.07µm de largo, 8.89µm de ancho y con 11/10µm estrías.

Hábitat: Perifítica. Asociada a ambientes alcalinos, halófilos, sobre plantas acuáticas (Krammer y Lange-Bertalot. 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas bajas a altamente transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve 1894. Lámina 9, figura 71.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, los márgenes ligeramente cóncavos, polos redondeados. Área axial linear y la ventral ligeramente amplia. El rafe filiforme, con poros en las terminaciones proximales. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 153.91 μm de largo, 36.20 μm de ancho y con 7/10 μm estrías.

Hábitat: Perifítica. Asociada a ambientes alcalinos, oligohalobios, oligotróficos (Krammer y Lange-Bertalot. 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en aguas moderadamente duras, ligeramente oxigenadas y con niveles altos de pH, con elevada demanda bioquímica de oxígeno y altas temperaturas.

Cymbella hungarica (Grunow) Pantocsek 1902. Lámina 9, figura 72.

Frústulas, unicelulares, solitarias. Valvas cóncavas, ensanchadas ventralmente, ápices redondeados, no prolongados. Rafe filiforme. Estrías punteadas, ligeramente radiales. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 12.81 μm de largo, 41.10 μm de ancho y con 10/10 μm estrías.

Hábitat: Principalmente en ambientes con alto contenido de electrolitos, en lagos (Krammer y Lange-Bertalot. 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, influenciada por aguas poco transparentes, niveles bajos de fósforo, con moderada conductividad eléctrica, salinidad, dureza, niveles intermedios de pH y con valores bajos de temperatura, de mínimas a máximas concentraciones de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno y elevados niveles de nitrógeno y amonio.

Cymbella helvetica Kützing 1844. Lámina 9, figura 73.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas ligeramente cóncavas, márgenes paralelos, atenuándose ligeramente hacia los polos, ápice redondeados. Rafe filiforme, ligeramente visible. Estrías tocando el rafe, paralelas y radiales ligeramente en el centro y hacia los ápices. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 63.68 μm de largo, 13.01 μm de ancho y con 12/10 μm estrías.

Hábitat: Cosmopolita. Principalmente en ambientes templados, de oligotróficos a eutróficos, con alto contenido de electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot. 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a ambientes con baja demanda bioquímica de oxígeno, moderado contenido de fósforo, conductividad eléctrica y transparencia, con un pH ligeramente básico, en niveles intermedios a altos de nitratos, oxígeno disuelto, elevada concentración de amonio y a temperaturas.

Cymbopleura naviculiformis (Auerswald ex Heiberg) Krammer 2003. Lámina 9, figura 74.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas con margen dorsal ligeramente cóncavo y el ventral ligeramente recto, polos atenuados, redondeados, ligeramente rostrados. Rafe filiforme. Estrías ligeramente radiadas, principalmente en el área central. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 26.67µm de largo, 9.12µm de ancho y con 11/10µm estrías

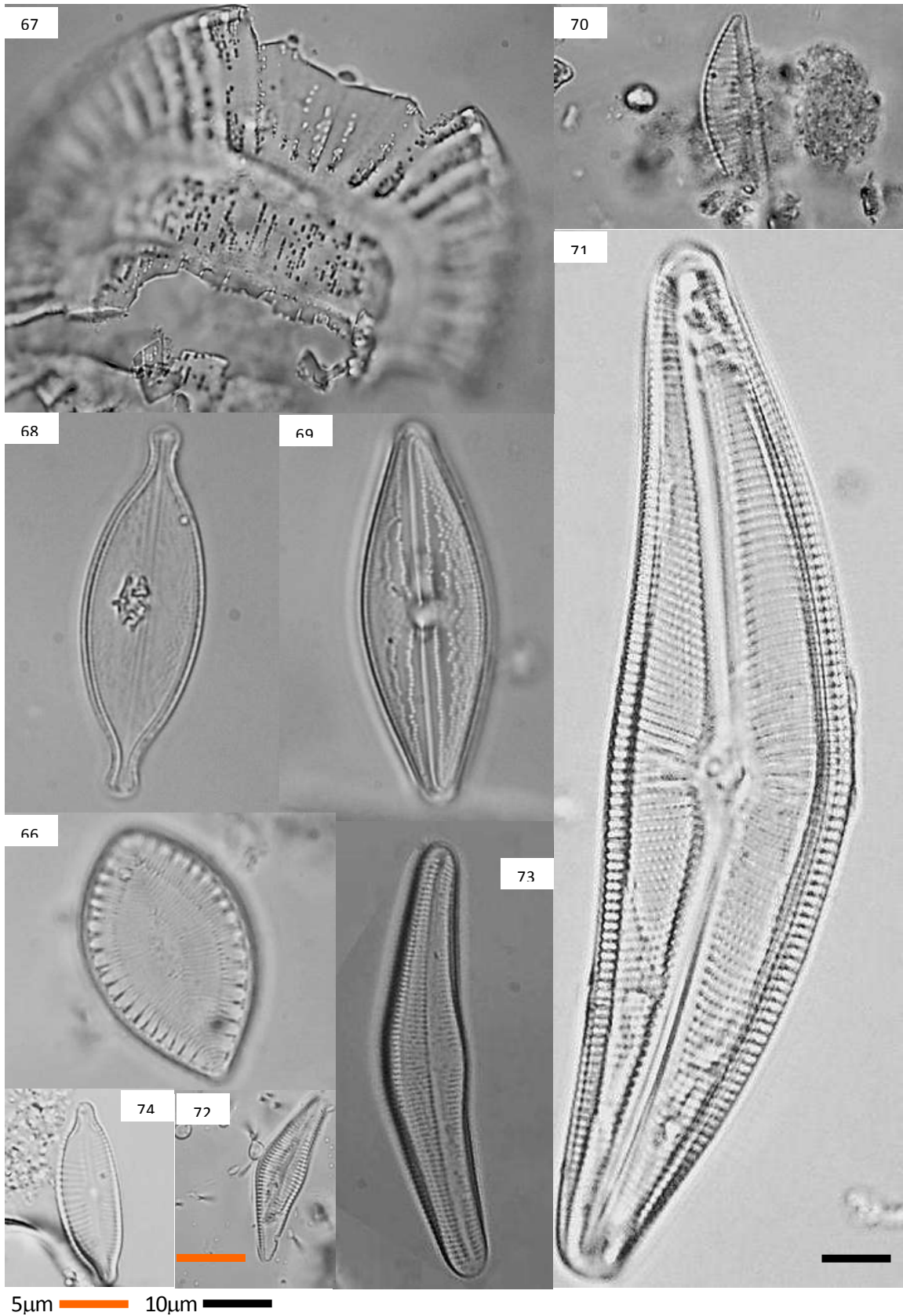
Hábitat: Cosmopolita (Krammer y Lange-Bertalot. 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, influenciada por aguas poco transparentes, niveles bajos de fósforo, con moderada conductividad eléctrica, salinidad, dureza, niveles intermedios de pH y con valores bajos de temperatura, de menor a mayor contenido de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno y elevados niveles de nitrógeno y amonio.

LÁMINA IX

<i>Surirella brebissonii</i>	66
<i>Campylodiscus clypeus</i>	67
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	68
<i>Anomoeoneis costata</i>	69
<i>Encyonema mesianum</i>	70
<i>Cymbella aspera</i>	71
<i>Cymbella hungarica</i>	72
<i>Cymbella helvetica</i>	73
<i>Cymbopleura naviculiformis</i>	74

LÁMINA IX



Diploneis elliptica Auerswald ex Heiberg 1863. Lámina 10, figura 75.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas elípticas, ápices redondeados. Rafe filiforme. Estrías punteadas, ligeramente radiadas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 17.51µm de largo, 8.22µm de ancho y con 14/10µm estrías.

Hábitat: Perifítica y bentónica. Asociada a ambientes alcalinos, oligohalobios, en aguas con bajo contenido de material orgánico, moderada concentración de electrolitos y temperaturas templadas (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a mínimos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas bajas a altamente transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Caloneis permagna (Bailey) Cleve 1894. Lámina 10, figura 76.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, atenuados gradualmente hacia los ápices y polos redondeados. Laterales ligeramente curvos. Área central ligeramente ancha. Estrías ligeramente radiales, principalmente en el centro y en los ápices. Rafe filiforme. isopolar.

Dimensiones: Célula de 141.67µm de largo, 30.54µm de ancho y cuenta con 12/10µm estrías.

Hábitat: Cosmopolita. Asociado a aguas salobres, con alto contenido de electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot. 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en aguas moderadamente duras, ligeramente oxigenadas y con niveles muy básicos de pH, con elevada demanda bioquímica de oxígeno y altas temperaturas.

Gomphonema augur Ehrenberg 1841. Lámina 10, figura 77.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, márgenes ligeramente cóncavos hacia la base con polos redondeados. Rafe filiforme. Estrías punteadas finamente. Heteropolar.

Dimensiones: Célula de 22.44µm de largo, 8.08µm de ancho y con 12/10µm estrías.

Hábitat: Probablemente cosmopolita. De ambientes con alto contenido de electrolitos, con

temperaturas cálidas, en aguas mesotróficas y alfa-beta-mesosaprobias (Krammer y Lange-Bertalot. 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a mínimos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas de menor a mayor en transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Gomphonema augur var. sphaerophorum (Ehrenberg) Grunow 1878. Lámina 10, figura 78.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, ápices ligeramente atenuadas, redondeadas. Rafe filiforme. Estrías ligeramente radiales, punteadas. Heteropolar.

Dimensiones: Célula de 29.60µm de largo, 7.74µm de ancho, y con 12/10µm estrías.

Hábitat: Probablemente cosmopolita. De ambientes con alto contenido de electrolitos, con temperaturas cálidas, en aguas mesotróficas y alfa-beta-mesosaprobias (Krammer y Lange-Bertalot. 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Gomphonema sphaerophorum Ehrenberg 1845. Lámina 10, figura 79.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas ligeramente cóncavas en la base, antes del ápice. Polos rostrados, redondeados. Rafe filiforme. Estrías punteadas finamente, paralelas, ligeramente radiales hacia los ápices. Heteropolar

Dimensiones: Célula de 32.66µm de largo, 7.11µm de ancho y con 14/10µm estrías.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Gomphonema pseudoaugur Lange-Bertalot 1979. Lámina 10, figura 80.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas ligeramente romboidales, subrostradas. Rafe lateral. Estrías lineares, paralelas. Heteropolar.

Dimensiones: Célula de 17.61µm de largo, 5.49µm de ancho y con 17/10µm estrías.

Hábitat: Perifítica. Tolerante a amplios rangos de pH, en aguas eutróficas, asociada a alto contenido de material orgánico (Krammer y Lange-Bertalot. 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing 1849. Lámina 10, figura 81.

Frústulas, unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, ápices redondeados, rostrados. Rafe central, filiforme. Estrías centrales paralelas y ligeramente radiales hacia los polos. Heteropolar.

Dimensiones: Célula de 28.78µm de largo, 7.25µm de ancho y con 15/10µm estrías

Hábitat: Perifítica, metafítica. En ambientes con alto contenido de material orgánico, con un amplio rango de oxígeno disuelto, conductividad, pH, en aguas alfa mesoaprobicas y polisaprobicas y elevada contaminación industrial (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Gomphonema saprophilum (Lange-Bertalot & E.Reichardt) Abraca, R.Jahn, J.Zimmermann & Enke 2014. Lámina 10, figura 82.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas elípticas, polos ligeramente rostrados, redondeados. Rafe lateral. Estrías centrales paralelas y ligeramente radiales en los extremos. Heteropolar.

Dimensiones: Célula de 26.40µm de largo, 7.96µm de ancho y con 12/10µm estrías.

Hábitat: Epilítica, metafítica. En ambientes con alto contenido de oxígeno, conductividad, pH, material orgánico, aguas de neutro a alcalinas, elevada intensidad lumínica, de

temperatura y contaminación de origen agrícola, industrial y orgánico (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson 1838. Lámina 10, figura 83.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas elípticas, uno de los ápices más redondeado que el otro. Rafe lateral. Estrías centrales paralelas y ligeramente radiales en los extremos. Heteropolar.

Dimensiones: Célula de 25.60µm de largo, 8.82µm de ancho y con 11/10µm estrías.

Hábitat: Cosmopolita. Perifítico. Asociado a aguas oligotróficas a eutróficas, alfa-beso-mesosaprobicas, con bajo contenido electrolítico, en aguas salobres a kársticas, con variación en calcio (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Gomphonema acuminatum Ehrenberg 1832. Lámina 10, figura 84.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas con lados curvos en la base antes del ápice y en la parte central. Atenuado gradualmente hacia uno de los polos, redondeados. Rafe filiforme. Estrías radiales. Heteropolar.

Dimensiones: Célula de 52.88µm de largo, 14.98µm de ancho y con 10/10µm estrías

Hábitat: Perifítica. De ambientes alcalinos, valores intermedios de electrolitos, tolerante a aguas residuales, mesotróficas y oligo-beta-mesosaprobias (Krammer y Lange-Bertalot 1986; y Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, influenciada por aguas poco transparentes, niveles pobres en fósforo, con moderada conductividad eléctrica, salinidad, dureza, niveles intermedios de pH y con valores bajos de temperatura, de bajos a

altos contenidos de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno y elevados niveles de nitrógeno y amonio.

Gomphonema affine Kützing 1844. Lámina 10, figura 85.

Frústulas unicelulares, solitarias, polos ligeramente agudos, redondeados. Área axial angosta. Rafe lateral, filiforme. Estrías paralelas, ligeramente radiales. Heteropolar.

Dimensiones: Célula de 39.39µm de largo, 9.55µm de ancho y con 8/10µm estrías.

Hábitat: Planctónica y Perifítica. En aguas mesotróficas, ligeramente ácidas a alcalinas, con bajo contenido de oxígeno, de moderadas a altas concentraciones iónicas. En charcos, ríos, lagos, arroyos, canales, represas y estanques artificiales (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Gomphonema gracile Ehrenberg 1838. Lámina 10, figura 86.

Frústulas unicelulares, solitarias, lanceoladas. Polos agudos y ligeramente redondeados. Rafe lateral. Estrías paralelas. Heteropolar.

Dimensiones: Célula de 42.38µm de largo, 8.78µm de ancho y con 13/10µm estrías.

Hábitat: Perifítica y metafitica. Ampliamente distribuido. Bajo condiciones de contaminación industrial y agrícola, elevado contenido de materia orgánica, en aguas ligeramente ácidas a circumneutrales, con moderada concentración iónica, elevada conductividad eléctrica, en aguas beta-mesosaprobias y mesotróficas (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; Ortega 2002; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Navicula erifuga Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot 1985. Lámina 10, figura 87

Frústulas unicelulares, solitarias, elipsoidales. Polos ligeramente agudos y redondeados. Área axial angosta, área central angosta. Rafe filiforme. Estrías radiadas pequeñas en el centro y paralelas en los extremos. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 24.13µm de largo, 6.41µm y con 14/10µm estrías.

Hábitat: Perifítico y metafítico. Cosmopolita. De ambientes salobres, con alto contenido de electrolitos, oxígeno, elevada contaminación, con baja a moderada conductividad eléctrica, aguas neutrales a alcalinas, alfa-beta-mesosapróbicas (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, característica de ambientes con mínimas a elevadas concentraciones de nitratos, amonio y dureza, ligeras a altamente salinas, con moderado a elevado contenido de conductividad eléctrica y pH, con elevado contenido de alcalinidad, fósforo, oxígeno y en con elevadas temperaturas.

Navicula veneta Kützing 1844. Lámina 10, figura 88.

Frústula unicelular, solitaria, lanceoladas, ápices rostrados. Rafe filiforme. Estrías radiales en el centro y paralelas en los polos. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 20.49µm de largo, 5.96µm de ancho y con 15/10µm estrías.

Hábitat: Perifítica. Habita ambientes con elevado contenido electrolítico, contaminación industrial, en ecosistemas ácidos a salobres, asociado a ambientes fuertemente eutróficos y tolerante a condiciones polisapróbicas (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en aguas moderadamente duras, ligeramente oxigenadas y con niveles altos de pH, con elevada demanda bioquímica de oxígeno y cálidas temperaturas.

Craticula halophila (Grunow) D.G.Mann in Round, Crawford & D.G.Mann 1990. Lámina 10, figura 89.

Frústulas unicelulares, solitarias, lanceoladas, ligeramente rostradas, redondeadas, laterales semicóncavos. Rafe filiforme. Estrías radiales principalmente en el centro de la valva. Isopolar.

Dimensiones: 27.70µm de largo, 7.84µm de ancho y con 17/10µm estrías.

Hábitat: Cosmopolita. De ambientes salobres, alcalinos con elevada composición iónica y mesotróficas. En pantanos y lagos, con alto contenido de electrolitos y contaminado con aguas de residuo industrial (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, característica de ambientes con bajas a elevadas concentraciones de nitratos, amonio y dureza, ligeras a altamente salinas, con moderado a elevado contenido de conductividad eléctrica y pH, con elevado contenido de alcalinidad, fósforo, oxígeno y en con elevadas temperaturas.

Craticula cuspidata (Kutzing) D.G.Mann in Round, R.M.Crawford & D.G.Mann 1990. Lámina 10, figura 90.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, con lados curvos atenuados gradualmente hacia los ápices. Polos redondeados. Rafe filiforme muy profundo. Costillas de forma irregular semiovaladas. Estrías paralelas, ligeramente radiales hacia los ápices.

Dimensiones: Célula de 110.14µm de largo, 25.56µm de ancho y con 6/10µm estrías.

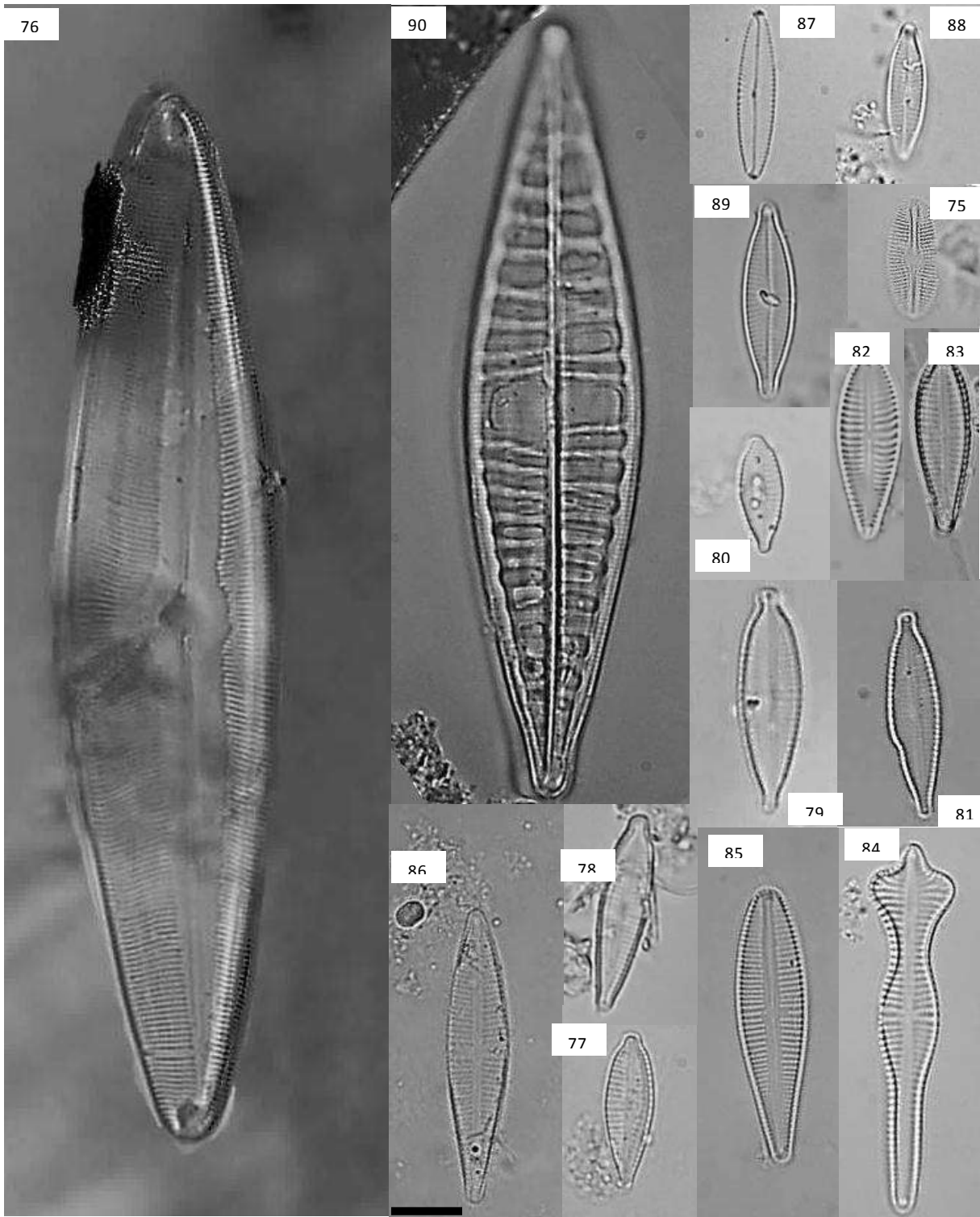
Hábitat: Bentónico. Cosmopolita. Asociado a ambientes con alto contenido electrolítico, alcalinos, oligohalobios, alfa-mesosaprobios, mesotrófico, con elevada contaminación industrial (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en aguas moderadamente duras, ligeramente oxigenadas y con niveles altos de pH, con elevada demanda bioquímica de oxígeno y cálidas temperaturas.

LÁMINA X

<i>Diploneis elliptica</i>	75
<i>Caloneis permagna</i>	76
<i>Gomphonema augur</i>	77
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>sphaerophorum</i>	78
<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	79
<i>Gomphonema pseudoaugur</i>	80
<i>Gomphonema parvulum</i>	81
<i>Gomphonema saprophilum</i>	82
<i>Gomphonema olivaceum</i>	83
<i>Gomphonema acuminatum</i>	84
<i>Gomphonema affine</i>	85
<i>Gomphonema gracile</i>	86
<i>Navicula erifuga</i>	87
<i>Navicula veneta</i>	88
<i>Craticula halophila</i>	89
<i>Craticula cuspidata</i>	90

LÁMINA X



10µm

Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer in Krammer & Lange-Bertalot 1985. Lámina 11, figura 91.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineales, con ápices ligeramente cónicos y muy redondeados. Laterales rectos. Área central más amplia que las axiales. Estrías punteadas, rectas y ligeramente radiales hacia los ápices. Rafe filiforme. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 45.89µm de largo, 14.70µm de ancho y con 19/10µm estrías.

Hábitat: Perifítico. Cosmopolita. Asociado a ambientes con moderado contenido electrolítico y aguas oligo-mesosaprobias (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Pinnularia gibba Ehrenberg 1843. Lámina 11, figura 92.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineares, laterales ligeramente convexos y atenuados. Polos redondeados. Zona ventral lisa. Rafe filiforme, con terminación en forma de signo de interrogación. Estrías radiales. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 66.66µm de largo, 12.33µm de ancho y con 12/10µm estrías.

Hábitat: Bentónico. Cosmopolita. Indiferente a la alcalinidad, en aguas oligohalobias con contenido electrolítico y tolerante a aguas residuales (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Pinnularia maior (Kützing) Cleve. Lámina 11, figura 93.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas. Ápices ligeramente estrechos y redondeados. Laterales ligeramente amplios y cóncavos. Rafe sinuoso, con terminación en forma de signo de interrogación. Estrías paralelas y radiales.

Dimensiones: Células de 187.86µm de largo, 30.74 µm de ancho y con 7/10µm estrías.

Hábitat: Perifítico. Cosmopolitas. Indiferente a la alcalinidad, de ecosistemas oligohalobios, con bajo contenido electrolítico y distróficos (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg 1843. Lámina 11, figura 94.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineares, lanceoladas, redondeadas en los ápices. Rafe filiforme, sinuoso, con terminaciones en forma de signo de interrogación. Estrías delgadas, ligeramente radiadas en el centro. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 96.45µm de largo, 24.13µm de ancho y con 8/10µm estrías.

Hábitat: Perifítico. Cosmopolitas. Indiferente a la alcalinidad, de ambientes oligohalobios, en niveles bajos de conductividad, aguas con moderado contenido electrolítico (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; y Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg 1843. Lámina 11, figura 95.

Frústulas unicelulares, redondeadas. Valvas redondeadas, ligeramente elípticas, polos rostrados, redondeados. Rafe lineal hacia los extremos. Estauro central. Estrías ligeramente radiales.

Dimensiones: Célula de 125.7µm de largo, 23.74µm de ancho y con 12/10µm estrías.

Hábitat: Planctónica, perifítica, metafítica. De amplia distribución. Tolerante a aguas eutróficas, poco profundas, oligohalinas, asociado a ambientes con bajo a alto contenido de oxígeno, en ambientes ácidos a alcalinos y moderadas concentraciones iónicas (Krammer y Lange-Bertalot. 1986; Ortega 2002 y Segura 2011).

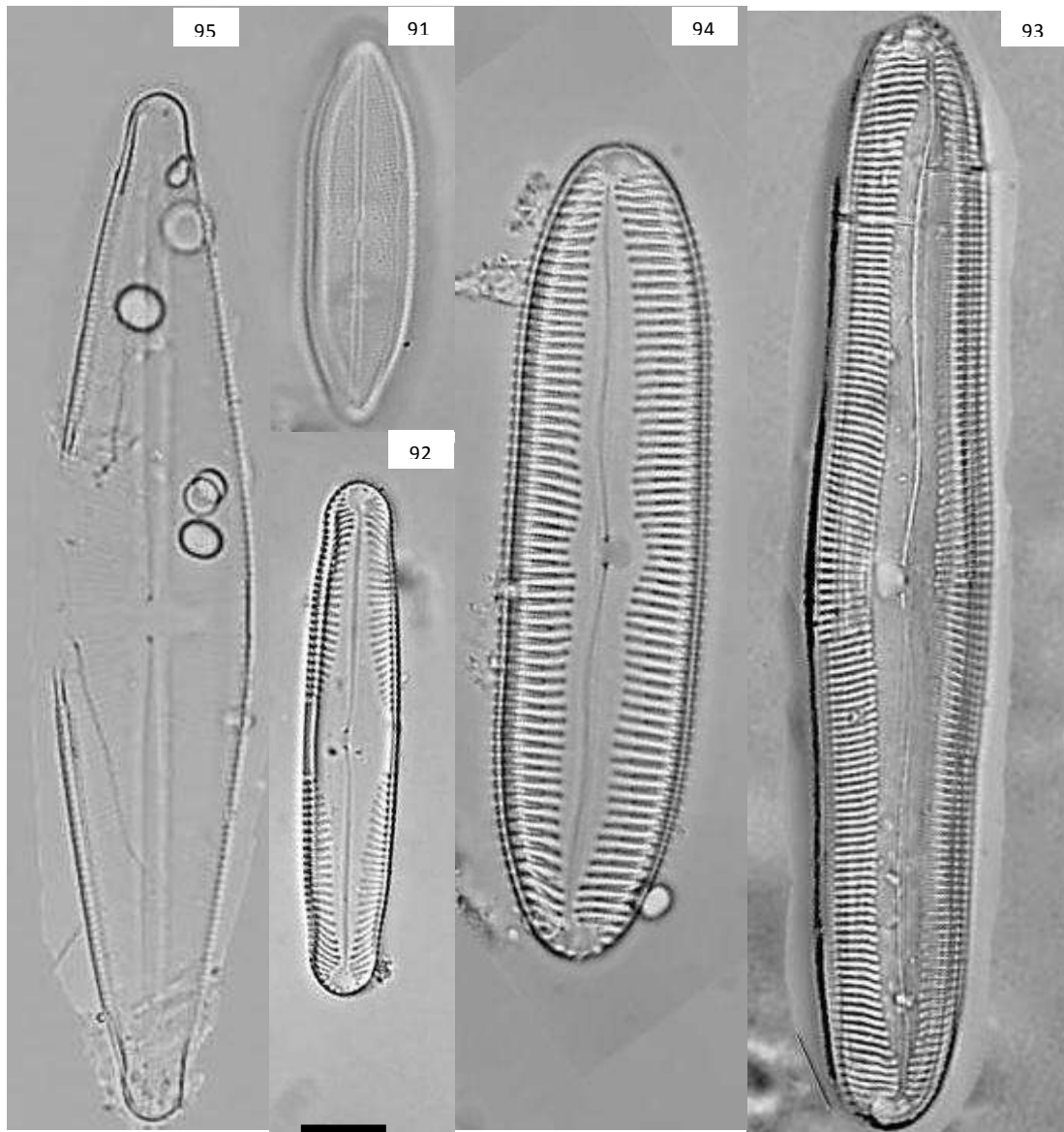
Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de

oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

LÁMINA XI

<i>Neidium ampliatum</i>	91
<i>Pinnularia gibba</i>	92
<i>Pinnularia maior</i>	93
<i>Pinnularia viridis</i>	94
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	95

LÁMINA XI



10µm

Rhoicosphenia abbreviata (C. Agardh) Lange-Bertalot 1980. Lámina 12, figura 96.

Frústulas solitarias, heteropolares, lineares, lanceoladas, con extremos redondeados. Sin rafe. Estrías generalmente lineares en los extremos y ligeramente radiales en el centro de la valva.

Dimensiones: Célula 31.32 μm de largo, 7.84 μm de ancho y con 12/10 μm estrías

Hábitat: Perifítica. Asociada a ambientes alcalinos y oligohalobios (Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Craticula ambigua (Ehrenberg) D.G. Mann in Round, R.M. Crawford & D.G. Mann 1990. Lámina 12, figura 97.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, laterales ligeramente curvas, polos rostrados, redondeados. Rafe filiforme del centro a los ápices. Estrías paralelas, convergentes en el centro y ligeramente radiales hacia los polos. Isopolar.

Dimensiones: Célula 85.14 μm de largo, 21.43 μm de ancho y con 15/10 μm estrías.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Craticula acidoclinata Lange-Bertalot & Metzeltin 1996. Lámina 12, figura 98.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, ligeramente romboidal, con polos redondeados. Rafe filiforme desde el centro hasta los extremos. Estrías paralelas a ligeramente radiales hacia los polos. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 106.96 μm de largo, 22.84 μm de ancho y con 14/10 μm estrías.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, influenciada por aguas poco transparentes, niveles bajos de fósforo, con moderada conductividad eléctrica, salinidad, dureza, niveles intermedios de pH y con valores bajos de temperatura, de bajas a altos contenidos de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno y elevados niveles de nitrógeno y amonio.

Epithemia adnata (Kützing) Brébisson 1838. Lámina 12, figura 99.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas con polos capitados, agudos, margen dorsal convexo y margen ventral recto. Costillas horizontales, paralelas. Estrías poco paralelas. Hileras de areolas transversales en las costillas. Rafe marginal. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 56.14µm de largo, 11.20 µm de ancho y con 12/10µm estrías y 2.5/10µm fibulas.

Hábitat: Planctónico y perifítico. Cosmopolita. Asociada a ambientes mesosapróbicas, con alta contaminación agrícola e industriales, poco profundos, alcalinas, moderada conductividad eléctrica y niveles bajos a intermedios de oxígeno (Krammer y Lange-Bertalot. 1988; Ortega 2002 y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Epithemia turgida (Ehrenberg) Kützing 1844. Lámina 12, figura 100.

Frústulas unicelulares y solitarias. Valvas con márgenes ligeramente paralelas, polos curvos, redondeados. Rafe marginal. Costillas radiales. Fíbulas redondeadas. Isopolares.

Dimensiones: Célula de 126.67µm de largo, 18.11µm de ancho y con 4.5/10µm fibulas.

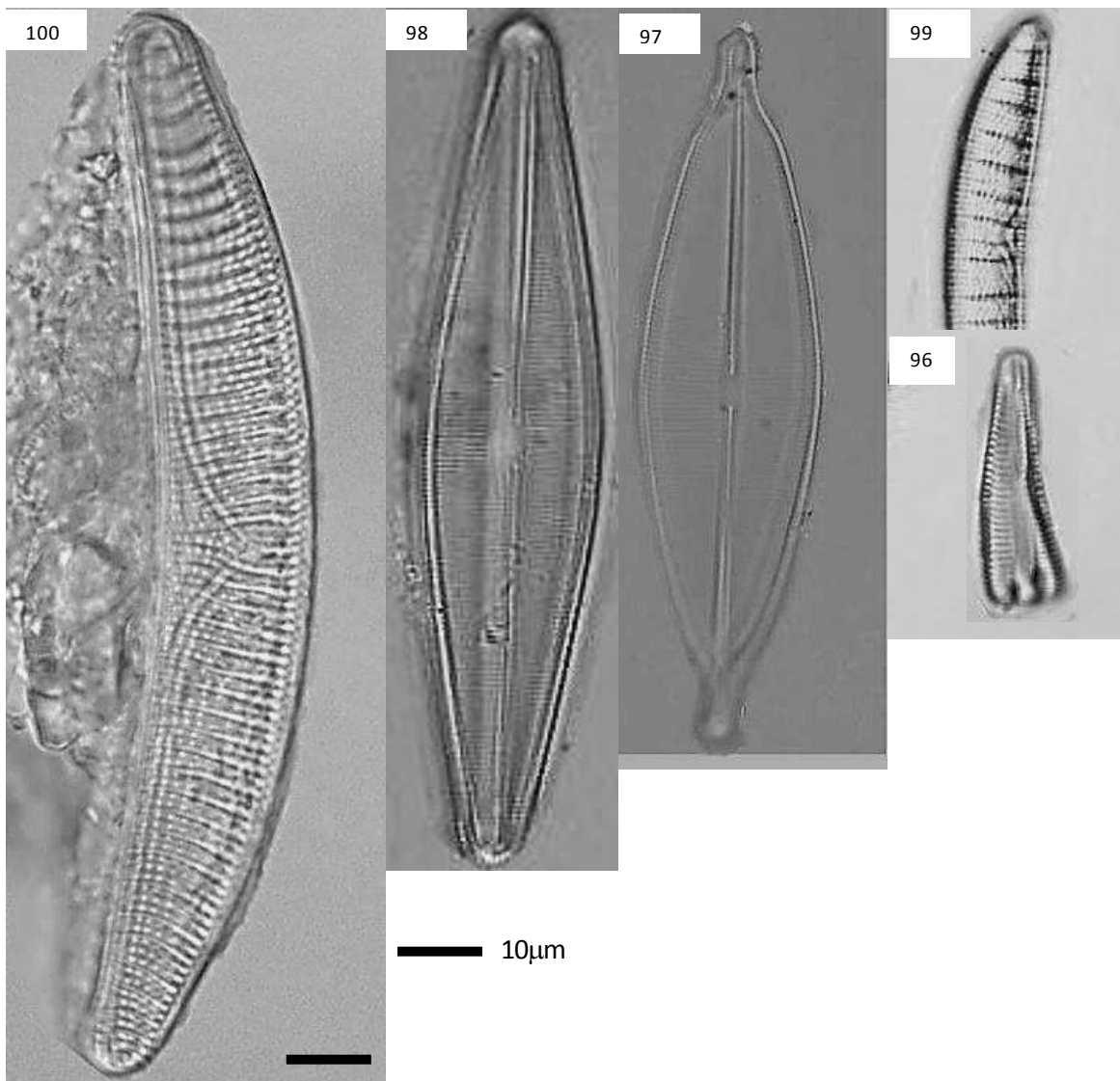
Hábitat: Planctónico y perifítico. Cosmopolita. Asociado a ambientes alcalífilos, eurihalobias, en charcos y presas (Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a ambientes con baja demanda bioquímica de oxígeno, moderada contenido de fósforo, conductividad eléctrica y transparencia, con un pH ligeramente básico, en niveles intermedios a altos de nitratos, oxígeno disuelto, elevada concentración de amonio y cálidas temperaturas.

LÁMINA XII

<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	96
<i>Craticula ambigua</i>	97
<i>Craticula acidoclinata</i>	98
<i>Epithemia adnata</i>	99
<i>Epithemia turgida</i>	100

LÁMINA XII



Epithemia argus (Ehrenberg) Kützing 1844. Lámina 13, figura 101.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, laterales curvos, polos redondeados. Costillas transversales redondeadas. Líneas de areolas en las costillas. Fíbulas bien marcadas. Rafe marginal. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 73.92 μ m de largo, 11.85 μ m de ancho y con 2.5/10 μ m fíbulas.

Hábitat: Cosmopolita. Asociado a ambientes alcalinos, ologohalobios, con alto contenido de electrolitos, en arroyos, manantiales, pantanos y en el litoral de los lagos (Ortega 2002; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en aguas moderadamente duras, ligeramente oxigenadas y con niveles altos de pH, con elevada demanda bioquímica de oxígeno y altas temperaturas.

Epithemia sorex Kützing 1844. Lámina 13, figura 102.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas con margen dorsal elíptico y ventral recto. Polos redondeados y atenuados. Rafe arqueado. Costillas radiales. Un par de hileras de areolas entre las costillas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 29.37 μ m de largo, 9.57 μ m de ancho y cuenta con 7/10 μ m fíbulas.

Hábitat: Perifítica, metafítica, asociada a ambientes con alto contenido de electrolitos, ligeramente salobres, sistemas con bajo nivel de oxígeno y contaminación industrial y agroquímicos (Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en aguas moderadamente duras, ligeramente oxigenadas y con niveles altos de pH, con elevada demanda bioquímica de oxígeno y altas temperaturas.

Epithemia hyndmanii W. Smith 1850. Lámina 13, figura 103.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas con margen dorsal y ventral elíptico. Polos redondeados. Rafe arqueado. Costillas radiales. Un par de hileras de areolas entre las costillas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 219.67 μ m de largo, 29.17 μ m de ancho y con 3/10 μ m fíbulas.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de

oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas bajas a altamente transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Rhopalodia brebissonii Krammer in Lange-Bertalot & Krammer 1987. Lámina 13, figura 104.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas con extremos capitados, margen dorsal curvo, margen ventral recto, ápices redondeados. Fíbulas horizontales. Estrías transapicales. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 24.31 μ m de largo, 7.31 μ m de ancho y con 19/10 μ m estrías y 4/10 μ m fíbulas.

Hábitat: Asociado a ambientes con moderado a alto contenido electrolítico, conductividad eléctrica, ligeramente ácidas a alcalinas y con bajos niveles d oxígeno (Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) Otto Müller 1895. Lámina 13, figura 105.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas rectas, polos redondeados, ligeramente amplias en el centro. Margen dorsal ligeramente curvo, margen ventral recto. Costillas paralelas. Estrías radiadas. Rafé bien definido. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 47.03 μ m de largo, 10.05 μ m de ancho y con 8.5/10 μ m fíbulas.

Hábitat: Planctónica, perifítica. Distribución cosmopolita. Asociado a arroyos y agua estancada, salina, alcalina, eutrófica, y mesosaprobia (Ortega 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, influenciada por aguas poco transparentes, niveles bajos de fósforo, con moderada conductividad eléctrica, salinidad, dureza, niveles intermedios de pH y con valores bajos de temperatura, de bajos a altos contenidos de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno y elevados niveles de nitrógeno y amonio.

Sellaphora pupula (Kützing) Mereschkovsky 1902. Lámina 13, figura 106.

Frústulas unicelulares, solitarias, elipsoidales. Polos ligeramente rostrados, redondeados. Estrías radiales. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 26.35µm de largo, 8.76 µm de ancho y con 18/10µm estrías.

Hábitat: Planctónica, perifítica y metafítica. Cosmopolita. Ampliamente distribuido, en ambientes con alto contenido de electrolitos, contaminación por aguas residuales, de circumneutrales a alcalinas, en sistemas anóxicos a muy oxigenados, elevada eutroficación (Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a bajos niveles de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad, con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno, mínimas temperaturas, aguas poco a muy transparentes y elevado contenido de nitratos y amonio.

Fallacia pygmaea (Kützing) Stickle & D.G. Mann in Round, R.M.Crawford & D.G.Mann 1990. Lámina 13, figura 107

Frústulas unicelulares, solitarias, lanceoladas. Polos redondeados. Estrías radiadas y cortas en el centro. Presenta un área hialina en forma de H en el área central. Isopolares.

Dimensiones: Célula de 25.31µm de largo y 9.17µm de ancho.

Hábitat: Perifiton. En ambientes de agua dulce a salobres, alcalífila a alcalinobionte, en aguas con bajo contenido de oxígeno, con elevada concentración iónica y elevada contaminación (Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada principalmente a niveles ligeramente bajos de salinidad y conductividad eléctrica, tolerante a concentraciones de oxígeno disuelto moderadas a alevadas y condiciones de mayor demanda bioquímica de oxígeno.

Denticula eximia Krammer & Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Krammer 1987. Lámina 13, figura 108.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas elípticas, lados curvos, polos redondeados. Costillas horizontales. Rafe lateral. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 24.18µm de largo, 6.41µm de ancho y con 3.5/10µm estrías.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a ambientes con baja demanda bioquímica de oxígeno, moderado contenido de fósforo, conductividad eléctrica y transparencia, con un pH ligeramente básico, en niveles intermedios a altos de nitratos, oxígeno disuelto, elevada concentración de amonio y a temperaturas.

Denticula kuetzingii Grunow 1862. Lámina 13, figura 109.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, polos redondeados. Rafe lateral, en el borde de la valva. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 43.44 μm de largo, 7.13 μm de ancho y con 5.5/10 μm estrías.

Hábitat: Cosmopolita. Ampliamente distribuido. Asociado a alto contenido de electrolitos, bajo nivel de oxígeno, aguas ligeramente ácidas a alcalinas, con moderadas a altas concentraciones iónicas (Krammer y Lange-Bertalot. 1988; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada principalmente a niveles ligeramente bajos de salinidad y conductividad eléctrica, tolerante a concentraciones de oxígeno disuelto moderadas a elevadas y condiciones de mayor demanda bioquímica de oxígeno.

Nitzschia sp. Hassall, 1845. Lámina 13, figura 110.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, polos redondeados ligeramente atenuados. Estrías y fibulas ligeramente visibles.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de conductividad eléctrica y salinidad en niveles bajos, de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligeras concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a altos y elevado contenido de amonio.

Nitzschia alpina Hustedt 1943. Lámina 13, figura 112.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineares, laterales ligeramente cóncavos, polos redondeados, poco atenuados. Estrías horizontales. Fibulas ampliamente esparcidas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 11.14 μm de largo, 3.04 μm , y con 21/10 μm estrías y 12/10 μm fibulas.

Hábitat: Asociada a ambientes con moderado contenido de electrolitos y oligotróficos (Krammer y Lange-Bertalot. 1988; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de conductividad eléctrica y salinidad en niveles bajos, de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligeras concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y moderadas a altas concentraciones de oxígeno disuelto y elevado contenido de amonio.

Nitzschia palea (Kützing) W.Smith 1856. Lámina 13, figura 113.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, lineares, polos atenuados y redondeados. Estrías horizontales. Fíbulas ampliamente separadas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 50.06 μm de largo, 5.10 μm , y con 11/10 μm fíbulas.

Hábitat: Planctónica, perifítica, metafítica. Tolerantes a ambientes alcalinos, desde aguas oligotróficas hasta las eutróficas (Krammer y Lange-Bertalot. 1988; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada principalmente a niveles ligeramente bajos de salinidad y conductividad eléctrica, tolerante a concentraciones de oxígeno disuelto moderadas a elevadas, condiciones de alta demanda bioquímica de oxígeno, con aguas alfa-mesosaprobicas a polisaprobicas, así también como en sistemas oligotróficos a eutróficos y bajo en electrolitos.

Nitzschia amphibia Grunow 1862. Lámina 13, figura 111.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineales, lanceoladas, atenuadas en los ápices, con polos redondeados. Estrías prominentes y puntiformes. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 24.86 μm de largo, 4.49 μm de ancho, estrías de 17/10 μm y fíbulas 7/10 μm .

Hábitat: Cosmopolita. Ampliamente distribuido. Asociado a aguas dulces, eutróficas, con baja a elevada conductividad, salobres, de ácidas a alcalinas, oxigenados, con alta contaminación orgánica, industrial y agrícola (Krammer y Lange-Bertalot. 1988; Ortega 2002 y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima a moderada demanda bioquímica de oxígeno, con pH ligeramente básicos, en

aguas con mínima a elevada transparencia, las cuales toleran temperaturas mínimas y altas, así mismo con mínimos a elevados niveles de nitratos y amonio, con moderada a máxima cantidad de salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

Nitzschia tubícola Grunow in Cleve & Grunow 1880. Lámina 13, figura 114.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, laterales ligeramente cóncavos, atenuadas hacia los polos, ápices redondeados. Rafe marginal. Fíbulas ligeramente esparcidas, poco visibles. Isopolar,

Dimensiones: Célula de 39.88µm de largo, 5.83µm de ancho y con 13/10µm estrías.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de conductividad eléctrica y salinidad en niveles bajos, de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligeras concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones moderadas a máximas de oxígeno disuelto y elevado contenido de amonio.

Nitzschia fonticola (Grunow) Grunow in Van Heurck 1881. Lámina 13, figura 115.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas con laterales cóncavos, polos redondeados. Rafe lateral. Fíbulas visibles y ligeramente esparcidas en el margen. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 14.10 µm de largo, 4.35 µm de ancho y 9/10µm fíbulas.

Hábitat: Cosmopolita. Asociado principalmente a ambientes con alto contenido en nitrógeno, ampliamente distribuido en aguas con moderado a elevado contenido de electrolitos, con muy bajo contenido de oxígeno, tolerantes a ambientes altamente eutróficos, así también en sistemas acuáticos ácidos a alcalinos, conductividad moderada a alta (Krammer y Lange-Bertalot. 1988; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de conductividad eléctrica y salinidad en niveles bajos, de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligeras concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones moderadas a máximas de oxígeno disuelto y elevado contenido de amonio.

Nitzschia clausii Hantzsch 1860. Lámina 13, figura 116.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineares, ligeramente sigmoides. Polos ligeramente redondeados. Rafe lateral. Estrías finas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 232.66 μm de largo, 10.18 μm de ancho y con 11/10 μm fíbulas.

Hábitat: Cosmopolita de amplia distribución. Asociado con aguas salobres, ácidas a alcalinas, tolerantes de medios a elevada conductividad (Krammer y Lange-Bertalot. 1988; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a concentraciones de bajas a moderadas de demanda bioquímica de oxígeno, con pH ligeramente básicos, en aguas con baja a elevada transparencia, las cuales toleran temperaturas ligeramente cálidas a muy cálidas, así mismo con niveles bajos a altos de nitratos y amonio, con moderada a máxima cantidad de salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

Nitzschia palacea Grunow. Lámina 13, figura 117

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas ligeramente lanceoladas, laterales cóncavas, polos redondeados. Rafe lateral. Fíbulas ligeramente esparcidas en el margen. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 6.40 μm de largo, 2.80 μm de ancho y con 17/10 μm estrías y 10/10 μm fíbulas.

Hábitat: Bentónico. Cosmopolita. Asociado a ambientes con alto contenido de electrolitos y eutróficos (Krammer y Lange-Bertalot. 1988).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada principalmente a niveles ligeramente bajos de salinidad y conductividad eléctrica, tolerante a concentraciones de oxígeno disuelto moderadas a elevadas y condiciones de mayor demanda bioquímica de oxígeno.

Nitzschia microcephala Grunow 1880. Lámina 13, figura 118.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, polos atenuados, redondeados. Rafe en el margen. Isopolares. Estrías tenues, horizontales. Fíbulas fuertemente visibles.

Dimensiones: Célula de 11.14 μm de largo, 2.92 μm de ancho y con 11/10 μm fíbulas.

Hábitat: Perifítico. Cosmopolita. Asociado a ambientes con alto contenido de oxígeno, elevada contaminación industrial y agrícola, tolerantes a aguas neutras a alcalinas, con

moderada concentración de electrolitos y alfa-mesosaprobios (Krammer y Lange-Bertalot. 1988; Ortega 2002 y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a concentraciones de bajas a moderadas de demanda bioquímica de oxígeno, con pH ligeramente básicos, en aguas con baja a elevada transparencia, las cuales toleran temperaturas mínimas y altas, así mismo con niveles bajos a altos de nitratos y amonio, con moderada a elevada cantidad de salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

Nitzschia amphibioides Hustedt 1942. Lámina 13, figura 119.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, laterales ligeramente cóncavos, polos atenuados ligeramente. Rafe lateral. Estrías horizontales. Fíbulas ligeramente radiales, poco esparcidas.

Dimensiones: Célula de 19.71 μm de largo, 6.28 μm de ancho y con 7/10 μm fibula.

Hábitat: Cosmopolita. Asociado a regiones cálidas, en aguas con concentración de electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot. 1988).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, influenciada por niveles bajos a moderadas de demanda bioquímica de oxígeno, con pH ligeramente básicos, en aguas poco a altamente transparentes, las cuales toleran un amplio espectro de temperatura, así también en menores a mayores niveles de nitratos y amonio, con moderada a alta cantidad de salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

Nitzschia supralitorea Lange-Bertalot 1979. Lámina 13, figura 121.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, ápices redondeados. Estrías tenues. Fíbulas ligeramente visbles. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 14.12 μm de largo, 2.92 μm de ancho y con 15/10 μm estrías.

Hábitat: Cosmopolita. Asociado a ambientes eutróficos, con moderada a elevada concentración electrolítica y en aguas alfa-mesosaprobias (Krammer y Lange-Bertalot 1988).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada principalmente a niveles ligeramente bajos de salinidad y conductividad eléctrica, tolerante a

concentraciones de oxígeno disuelto moderadas a elevadas y condiciones de mayor demanda bioquímica de oxígeno.

Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow 1880. Lámina 13, figura 120.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, atenuadas hacia los extremos, polos ligeramente redondeados. Estrías tenues. Fíbulas irregulares, ligeramente visibles. Rafe marginal.

Dimensiones: Célula de 11.24 μm de largo, 2.98 μm de ancho y 13/10 μm fíbulas.

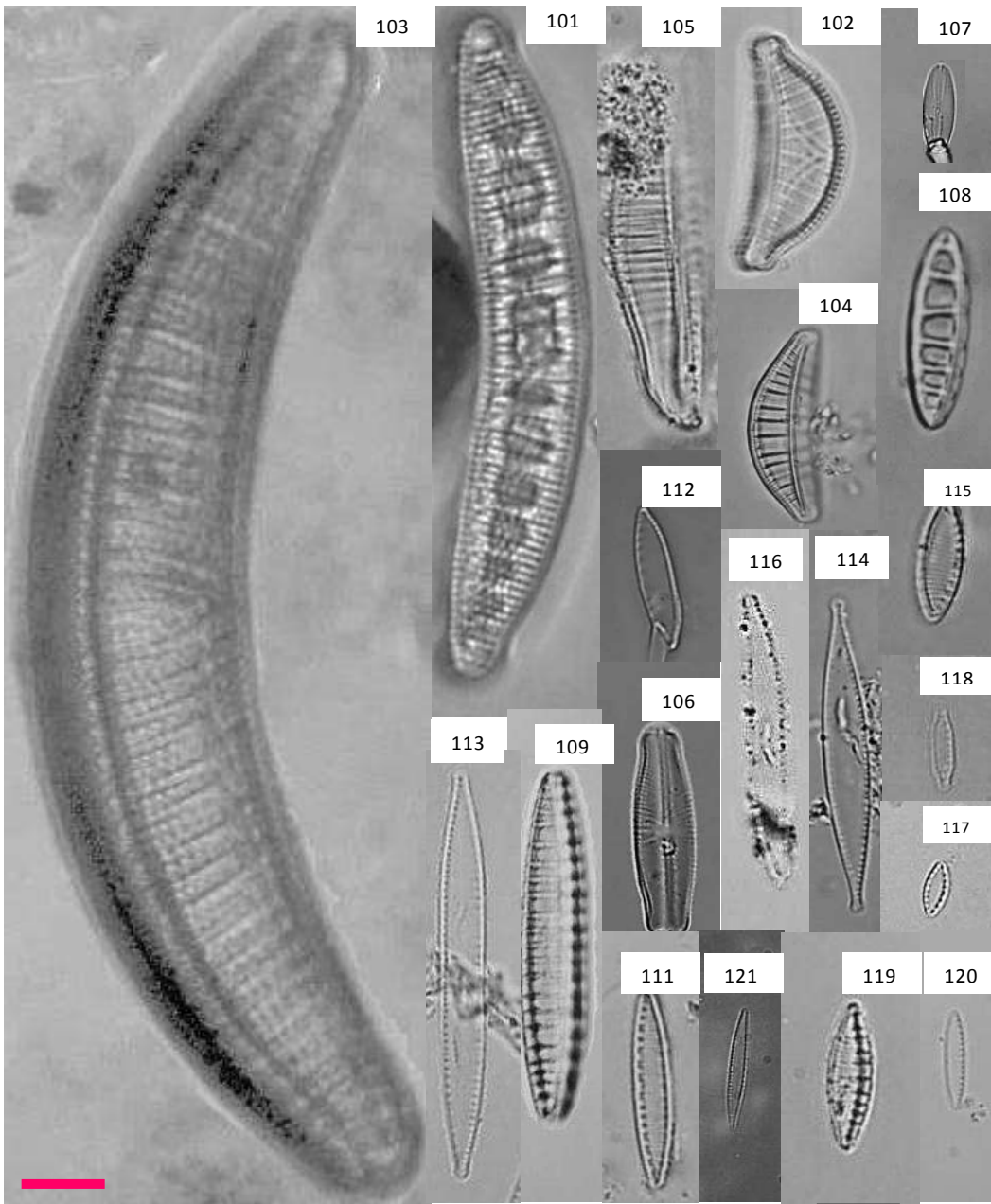
Hábitat: Perifítica o metafítica. Cosmopolita. Asociado a aguas dulces a salinas, eutróficas, oligohalobias, alcalifilas. Con amplio rango de concentración de oxígeno, alto contenido de material orgánico, industrial y agrícola, en aguas ácidas a circumneutrales, con moderada a elevada conductividad eléctrica (Segura, 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, influenciada por niveles bajos a moderadas de demanda bioquímica de oxígeno, con pH ligeramente básicos, en aguas poco a altamente transparentes, las cuales toleran un amplio espectro de temperatura, así también en menores a mayores niveles de nitratos y amonio, con moderada a alta cantidad de salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

LÁMINA XIII

<i>Epithemia argus</i>	101
<i>Epithemia sorex</i>	102
<i>Epithemia hyndmanii</i>	103
<i>Rhopalodia brebissonii</i>	104
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>gibba</i>	105
<i>Sellaphora pupula</i>	106
<i>Fallacia pygmaea</i>	107
<i>Denticula eximia</i>	108
<i>Denticula kuetzingii</i>	109
<i>Nitzschia</i> sp.	110
<i>Nitzschia amphibia</i>	111
<i>Nitzschia alpina</i>	112
<i>Nitzschia palea</i>	113
<i>Nitzschia tubicola</i>	114
<i>Nitzschia fonticola</i>	115
<i>Nitzschia clausii</i>	116
<i>Nitzschia palacea</i>	117
<i>Nitzschia microcephala</i>	118
<i>Nitzschia amphibioides</i>	119
<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>frustulum</i>	120
<i>Nitzschia supralitorea</i>	121

LÁMINA XIII



10µm

15µm

Nitzschia intermedia Hantzsch in Cleve & Grunow 1880. Lámina 14, figura 122.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineares, lanceoladas, atenuado gradualmente hacia los ápices, polos redondeados. Rafe lateral. Fíbulas ligeramente esparcidas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 109.65µm de largo, 4.43µm de ancho y con 10/10µm fíbulas.

Hábitat: Planctónico y perifítico. Cosmopolita. En ambientes con moderada concentración de electrolitos y eutróficos (Krammer y Lange-Bertalot. 1988).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con limitada dureza, baja concentración de fósforo, y temperaturas ligeramente, con moderada a elevada transparencia y pH muy básico.

Nitzschia vermicularis (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst 1860. Lámina 14, figura 123.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, lineares, ligeramente sigmoides, polos atenuados gradualmente, redondeados. Fíbulas bien definidas. Rafe marginal. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 232.66µm de largo, 5.54µm de ancho y con 11/10µm fíbulas

Hábitat: Cosmopolita. Asociado a ecosistemas alcalinos, oligotróficos a eutróficos y con alto contenido de electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot. 1988).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada de menor a mayor demanda bioquímica de oxígeno, con pH ligeramente básicos, en aguas poco a muy transparentes, las cuales toleran temperaturas mínimas y máximas, así mismo con niveles bajos a altos de nitratos y amonio, con moderada a alta cantidad de salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W. Smith 1853. Lámina 14, figura 124.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineares, ligeramente sigmoides. Laterales paralelos. Polos atenuados, redondeados. Estrías horizontales. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 196.57µm de largo, 16.76µm de ancho y con 6/10µm fíbulas

Hábitat: Perifítica. Asociada en ambientes dulces y alcalinos, altamente eutróficos, con alto contenido de electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot. 1988).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de conductividad eléctrica y salinidad en niveles bajos, de mínimas a máximas concentraciones de nitratos, en moderada demanda bioquímica de oxígeno, en valores

intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

Nitzschia umbonata (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978. Lámina 14, figura 125.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineares, lanceoladas. Polos redondeados, ligeramente atenuados. Rafe lateral. Estrías horizontales. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 58.19 μ m de largo, 7.65 μ m de ancho, con 9/10 μ m estrías y 10/10 μ m fibulas

Hábitat: Perifítica. Cosmopolita. Asociada a ambientes ácidos a alcalinos, con alto contenido de electrolitos, de bajos a elevados niveles de oxígeno, eutróficos y moderada conductividad (Krammer y Lange-Bertalot. 1988; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de conductividad eléctrica y pobre en salinidad, de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligera demanda bioquímica de oxígeno, con valores intermedios de pH, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a altos y elevado contenido de amonio.

Nitzschia gracilis Hantzsch 1860. Lámina 126, figura 126.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, polos redondeados y atenuados. Estrías ligeramente visibles. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 68.65 μ m de largo, 3.35 μ m de ancho, con 14/10 μ m estrías y 10/10 μ m fibulas.

Hábitat: Planctónica, metafítica. Cosmopolita. Asociado a ambientes salobres, fuertemente eutróficos, bajo contenido de oxígeno y elevada concentración iónica, en aguas beta-mesosaprobios, ácidas a circumneutrales (Krammer y Lange-Bertalot. 1988; y Segura 2011).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con limitada dureza, baja concentración de fósforo, y temperaturas ligeramente cálidas, con moderada a elevada transparencia y pH básico.

Nitzschia amphibia var. *frauenfeldii* Grunow. Lámina 14, figura 127.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineares, lanceoladas, polos ligeramente redondeados, laterales paralelos y lineares. Estrías horizontales. Rafe marginal. Fíbulas esparcidas en el margen. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 67.77 μm de largo, 4.35 μm de ancho y con 8/10 μm fíbulas.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada principalmente a niveles ligeramente bajos de salinidad y conductividad eléctrica, tolerante de moderadas a elevadas concentraciones de oxígeno disuelto y máxima demanda bioquímica de oxígeno.

Nitzschia constricta (Kützing) Ralfs in Pritchard 1861. Lámina 14, figura 127.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lineares, laterales ligeramente cóncavos. Polos rostratos. Rafe en el margen. Área central de la valva con una superficie lisa, tenue, linear. Estrías horizontales, fíbulas poco visibles. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 39.62 μm de largo, 6.62 μm de ancho y con 14/10 μm fíbulas.

Hábitat: Tolerante a altos niveles de oxigenación, materia orgánica, asociado con contaminación industrial y agroquímica, en aguas ácidas a alcalinas (Krammer y Lange-Bertalot 1988).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a niveles bajos de oxígeno disuelto e intermedios de pH, así mismo en moderadas a máximas concentraciones de oxígeno disuelto y dureza, también tolerante a ambientes con ligera a elevada concentración de fósforo, conductividad eléctrica, a temperaturas cálidas, con mayores niveles de nitratos y demanda bioquímica de oxígeno.

Nitzschia vítrea G. Norman 1861. Lámina 14, figura 128.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, atenuados gradualmente hacia los ápices, ligeramente curvos antes de los ápices. Rafe lateral. Fíbulas, fuertemente marcadas y ligeramente separadas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 47.46 μm de largo, 7.50 μm de ancho y con 5.5/10 μm fíbulas.

Hábitat: Cosmopolita. Con frecuencia en ambientes salinos o dulceacuícolas, con alto contenido de electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot. 1988).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones con baja a moderada de demanda bioquímica de oxígeno, con pH ligeramente básicos, en

aguas con poca a elevada transparencia, las cuales toleran temperaturas mínimas y altas, así mismo con mínimos a máximos niveles de nitratos y amonio, con moderada a elevada cantidad de salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

Nitzschia angustata (W. Smith) Grunow 1880. Lámina 14, figura 130.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, laterales paralelos, polos redondeados, ligeramente constreñidos. Estrías horizontales, punteadas. Rafe lateral. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 36.44 μm de largo, 8.56 μm de ancho y con 12/10 μm estrías.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie influenciada por aguas blandas y moderadas concentraciones fósforo, con poca a elevada transparencia, en valores mínimos a intermedios de alcalinidad y en altos niveles de nitratos, demanda bioquímica de oxígeno y aguas con pH poco a altamente básicos.

Nitzschia amphibioides Hustedt 1942. Lámina 13, figura 119.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas lanceoladas, laterales ligeramente cóncavos, polos atenuados ligeramente. Rafe lateral. Estrías horizontales. Fíbulas ligeramente radiales, poco esparcidas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 19.71 μm de largo, 6.28 μm de ancho y con 7/10 μm fibula.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones con mínima a moderada demanda bioquímica de oxígeno, con pH ligeramente básicos, en aguas con mínima a elevada transparencia, las cuales toleran ligeramente cálidas a muy cálidas, así mismo de menor a mayor contenido de nitratos y amonio, con moderada a máxima cantidad de salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

Tryblionella calida (Grunow) D.G.Mann in Round, Crawford & D.G. Mann 1990. Lámina 14, figura 132.

Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas filiformes, lanceoladas, paralelas, polos ligeramente capitados, redondeados. Rafe en el margen. Estrías horizontales. Fíbulas ligeramente marcadas. Isopolar.

Dimensiones: Célula de 66.97 μm de largo, 9.02 μm , 19/10 μm estrías y 10/10 μm fíbulas.

Hábitat: Cosmopolita. Asociada en aguas halófilas, con alto contenido de electrolitos, aguas halófilas y eutróficas (Krammer y Lange-Bertalot. 1988).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima a moderada demanda bioquímica de oxígeno, con pH ligeramente básico, con menor a mayor transparencia, las cuales toleran temperaturas ligeramente cálidas a muy cálidas, con mínimos a máximos niveles de nitratos y amonio, con moderada a elevada cantidad de salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

Nitzschia incerta (Grunow) M. Peragallo 1903.

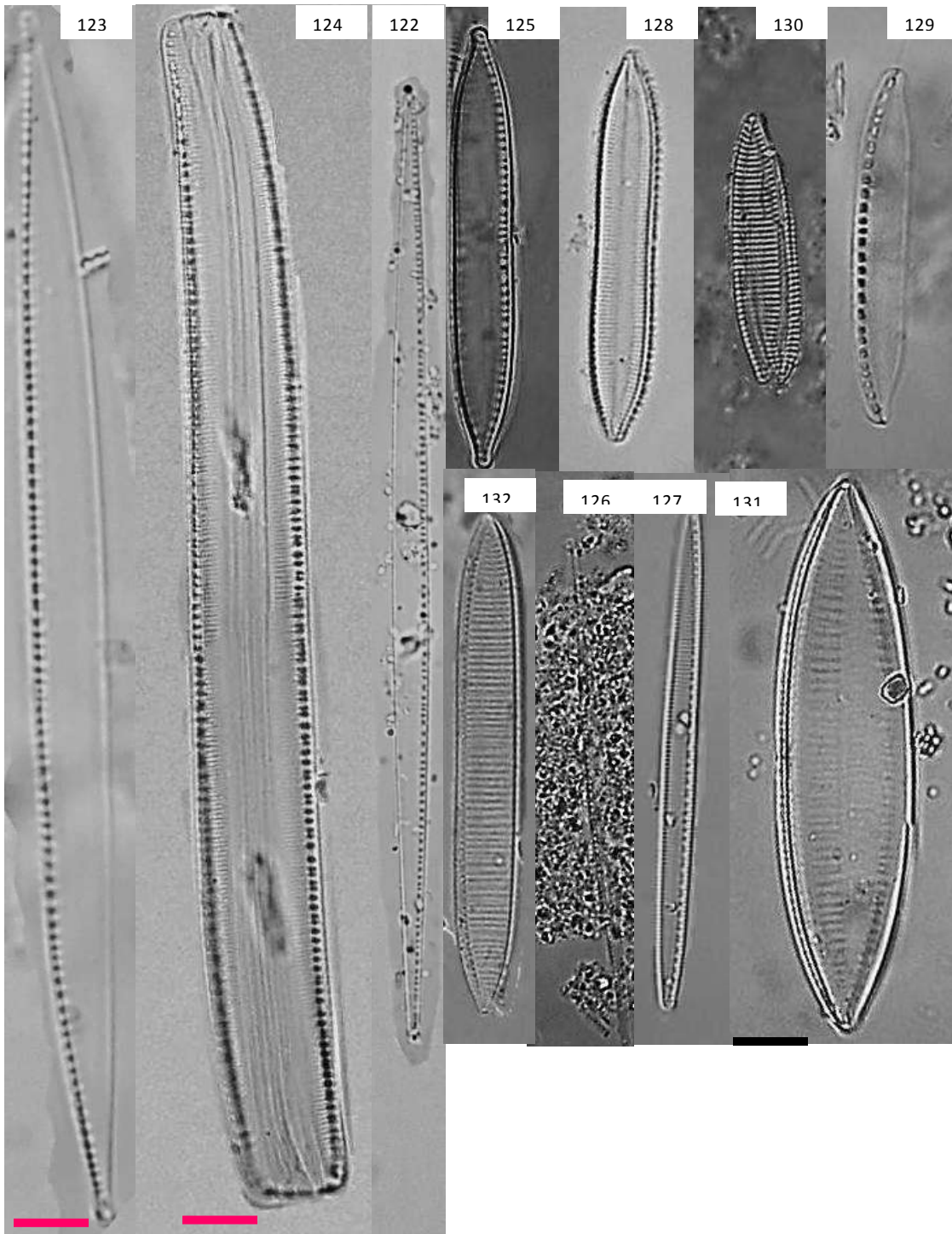
Frústulas unicelulares, solitarias. Valvas amplias en el centro y muy atenuadas hacia los polos, sigmoideo. Estrías tenues. Fíbulas ligeramente visibles.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de conductividad eléctrica y menor contenido de salinidad, de mínimos a máximos niveles de nitratos, con moderada demanda bioquímica de oxígeno, pH moderadamente básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

LÁMINA XIV

<i>Nitzschia intermedia</i>	122
<i>Nitzschia vermicularis</i>	123
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	124
<i>Nitzschia umbonata</i>	125
<i>Nitzschia gracilis</i>	126
<i>Nitzschia amphibia</i> var. <i>frauenfeldii</i>	127
<i>Nitzschia constricta</i>	128
<i>Nitzschia vitrea</i>	129
<i>Nitzschia angustata</i>	130
<i>Nitzschia tryblionella</i>	131
<i>Tryblionella calida</i>	132

LÁMINA XIV



10µm

15µm

DINOPHYCEAE

Peridinium cinctum (O.F. Müller) Ehrenberg 1832. Lámina 15, figura 134.

Organismo unicelular, redondeado ligeramente oval. El epicono es más largo que el hipocono. Cíngulo ligeramente posmediano y ancho, sulcus se amplía hacia el epicono. Placas gruesas con ornamentaciones en forma de red, con poros. Múltiples cloroplastos.

Dimensiones: Célula de 49.72µm de diámetro.

Hábitat: Cosmopolita. Ampliamente distribuido, principalmente en estanques y lagos (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, en aguas con menor a mayor demanda bioquímica de oxígeno, con pH ligeramente básicos, en aguas con poca a elevada transparencia, las cuales toleran temperaturas mínimas y muy cálidas, así mismo con niveles mínimos a máximos de nitratos y amonio, con moderada a elevada salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

Peridinium sp.

Organismo unicelular ligeramente redondo, globoso. Epicono redondeado. Hipocono ligeramente alargado.

Hábitat: Cosmopolita, de ambientes con aguas dulces y marinos, viviendo libres en piscinas, estanques, zanjas y lagos (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada principalmente a niveles intermedios de salinidad y conductividad eléctrica, tolerante a concentraciones de oxígeno disuelto moderadas a elevadas y condiciones de mayor demanda bioquímica de oxígeno.

Ceratium hirundinella (O.F. Müller) Dujardin 1841. Lámina 15, figura 135.

Organismo unicelular. Epicono atenuado gradualmente hacia el ápice, en forma de cuerno. Hipocono ancho y corto, con 2 o 3 cuernos antapicales. Cíngulo estrecho, con ornamentaciones en forma de red. Múltiples cloroplastos parientales, ovals.

Dimensiones: Célula de 187.52µm de largo, 46.81µm de ancho.

Hábitat: Comúnmente en estanques, lagos pobres en nutrientes, en niveles bajos de oxígeno, raramente fagotrófico (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a niveles mínimos de oxígeno disuelto, ligeramente básicos, dureza, tolerante a ambientes con moderada a elevada concentración de fósforo, conductividad eléctrica, a temperaturas cálidas, con maores niveles de nitratos y demanda bioquímica de oxígeno.

Gymnodinium sp. F. Stein, 1878

Organismo unicelular, redondeado ligeramente ovalado. El epicono más reducido que el hipocono. Cíngulo amplio. Sulcus ligeramente visible. Sin placas. Múltiples cloroplastos

Dimensiones: Célula de 19.73µm de largo, 18.71µm de ancho.

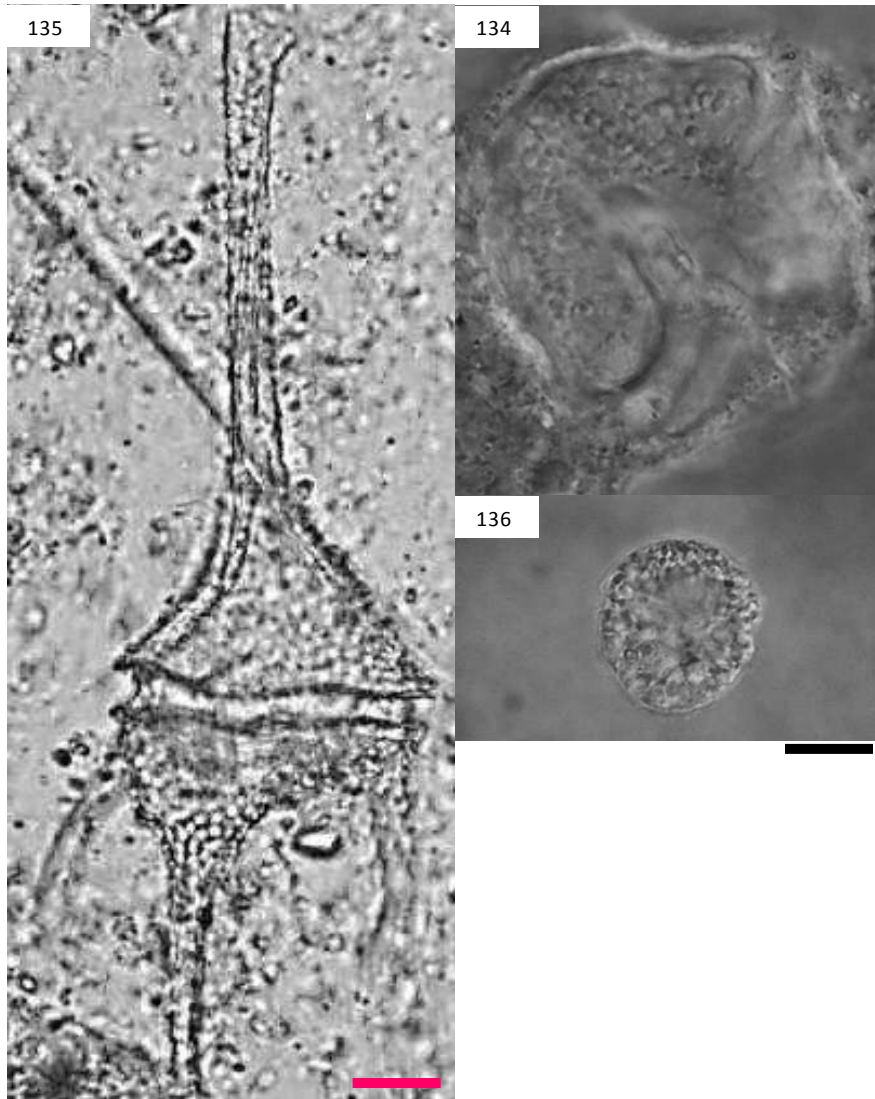
Hábitat: Cosmopolita. en ambientes marinos y de agua dulce (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de conductividad eléctrica y salinidad en menores niveles, de mínimos a máximos contenido de nitratos, moderada demanda bioquímica de oxígeno, ligeramente básicos, transparentes, en temperaturas y con moderado a elevado concentraciones de oxígeno disuelto y mayor contenido de amonio.

LÁMINA XV

<i>Peridinium cinctum</i>	134
<i>Ceratium hirundinella</i>	135
<i>Gymnodinium</i> sp.	136

LÁMINA XV



15µm

10µm

EUGLENOPHYCEAE

Phacus longicauda (Ehrenberg) Dujardin 1841. Lámina 16, figura 137.

Célula ovoide, redondeadas en el extremo apical, con un apéndice caudal, recto, delgado y largo. Cutícula con estrías longitudinales. Numerosos cromatóforos discoidales. Paramilon en forma de anillo.

Dimensiones: Célula de 75.65 μm de largo con la cauda, 53.73 μm de largo sin cauda 39.10 μm de ancho.

Hábitat: Planctónico. Cosmopolita. Principalmente en lagos, embalses, pantanos y en agua dulce y salada, mineralizada, material húmico, en aguas desde limpias a moderadamente contaminadas (John 2002; y Conforti 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de conductividad eléctrica y poca salinidad, de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligeras concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

Phacus wettsteinii Drezepolski 1925. Lámina 16, figura 138.

Célula elipsoidal, extremo anterior redondeado y el posterior con terminación aguda. Cutícula estriada longitudinalmente. Cromatóforos elipsoidales. Paramilon discoides.

Dimensiones: Célula de 17.18 μm de largo, 9.72 μm de ancho.

Hábitat: Principalmente en ambientes poco profundos, como charcos (Conforti 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima conductividad eléctrica y salinidad, de menor a mayor contenido de nitratos, en moderada demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

Phacus orbicularis K. Hübner 1886. Lámina 16, figura 139.

Célula ovoide, ligeramente circular. Extremo anterior redondeado, con un surco bien marcado y el posterior atenuado gradualmente, con terminación en un apéndice caudal, largo y recto. Cutícula estriada. Paramilon en discos.

Dimensiones: Célula de 50.85 μm de largo, 36.28 μm de ancho.

Hábitat: Cosmopolita. Ampliamente distribuido, asociado a sistemas acuáticos poco profundos, ligeramente contaminados, en estanques húmicos, pantanos, canales y lagos, asociado a aguas salobres (Conforti 1986; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima conductividad eléctrica y salinidad, de menor a mayor contenido de nitratos, en moderada demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

Monomorphina pyrum (Ehrenberg) Mereschkowsky 1877. Lámina 16, figura 140.

Célula ligeramente circular. Extremo anterior redondeado y extremo posterior con un apéndice caudal, ligeramente arqueado y delgado. Cutícula con estrías en espiral. Paramylon en los laterales.

Dimensiones: Célula de 14.07 μm de largo uno, 7.14 μm de largo dos, 6.56 μm de ancho y 6.40 μm de la cauda.

Hábitat: Asociado a sistemas poco profundos, principalmente en charcos (Conforti 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima conductividad eléctrica y salinidad, de menor a mayor contenido de nitratos, en moderada demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

Phacus denisii Allorge & Lefèvre 1925. Lámina 16, figura 141.

Célula ligeramente cuadrangular, con el ápice anterior ligeramente redondeado y el posterior en punta. Quillas bien marcadas. Cutícula estriada verticalmente. Paramylon grande.

Dimensiones: Célula de 25.56 μm de largo, 18.81 μm y la amplitud de la cauda es de 2.91 μm .

Hábitat: En ambientes de agua corriente (Conforti 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima conductividad eléctrica y salinidad, de menor a mayor contenido de nitratos, en moderada demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos,

ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

Lepocinclis helicoidea (C.Bernard) M.S.Bennett & R.E. Triemer 2012. Lámina 16, figura 142.

Células ligeramente romboidales, torcidas. Extremo posterior con un apéndice caudal y el anterior ligeramente estrecho y poco redondeado. Estrías arregladas en espiral en dirección al giro del cuerpo de la célula. Cromatóforos pequeños. Paramilon en discos grandes.

Dimensiones: Célula de 96.19 μ m de largo, 42.86 μ m y la amplitud de la cauda es de 29.10 μ m

Hábitat: Cosmopolita. En ambientes como pantanos, estanques, lagos, zanjas, en aguas dulces, salobres, y moderadamente contaminada (Conforti 1986; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima conductividad eléctrica y salinidad, de menor a mayor contenido de nitratos, en moderada demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

Lepocinclis sp. Perty, 1849. Lámina 16, figura 143.

Célula elipsoidal. Extremo posterior redondeado, y el anterior ligeramente atenuado hasta terminar con un apéndice caudal.

Hábitat: Cosmopolita. En la superficie de los sistemas acuáticos, en aguas ricas en material orgánico ácido y nitrogenado (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima conductividad eléctrica y salinidad, de menor a mayor contenido de nitratos, en moderada demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

Lepocinclis salina F.E. Fritsch 1914. Lámina 16, figura 144.

Célula elipsoidal, algunas veces esférica. Extremo posterior redondeado, sin apéndice caudal. Múltiples cuerpos de paramylon subglobosos.

Dimensiones: Célula de 33.40 μ m de largo, 33.38 μ m de ancho.

Hábitat: Ampliamente distribuida, principalmente en lagunas (Conforti 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima conductividad eléctrica y salinidad, de menor a mayor contenido de nitratos, en moderada demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

Lepocinclis capito Wehrle 1939. Lámina 16, figura 145.

Célula elipsoidal, extremo anterior redondeado y el posterior con un apéndice caudal ligeramente hialina. Cutícula rígida. Cromatóforos elipsoidales. Paramylon en forma de anillos.

Dimensiones: Célula de 33.04 μ m de largo, 14.39 μ m de ancho.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima conductividad eléctrica y salinidad, de menor a mayor contenido de nitratos, en moderada demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

Lepocinclis texta var. *richardiana* Conrad 1935. Lámina 16, figura 146.

Célula ovoide, extremo anterior redondeado, el posterior presenta un apéndice caudal. Cutícula hialina, estriada en espiral. Múltiples gránulos de paramylon.

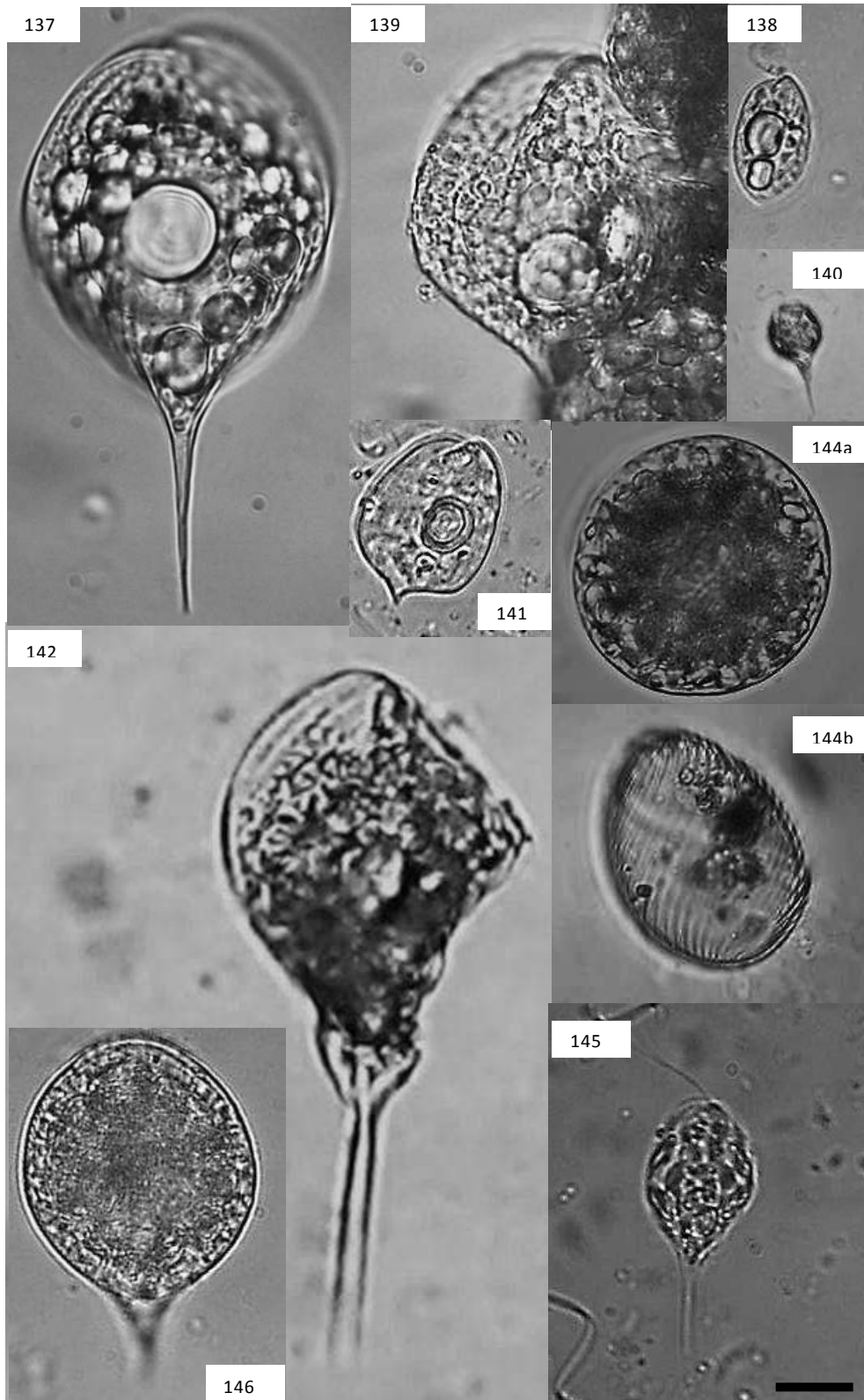
Dimensiones: Célula de 48.12 μ m de largo, 37.46 μ m de ancho.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima conductividad eléctrica y salinidad, de menor a mayor contenido de nitratos, en moderada demanda bioquímica de oxígeno, en valores intermedios de pH básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a elevados y mayor contenido de amonio.

LÁMINA XVI

<i>Phacus longicauda</i>	137
<i>Phacus wettsteinii</i>	138
<i>Phacus orbicularis</i>	139
<i>Monomorphina pyrum</i>	140
<i>Phacus denisii</i>	141
<i>Lepocinclis helicoidea</i>	142
<i>Lepocinclis</i>	143
<i>Lepocinclis salina</i>	144
<i>Lepocinclis capito</i>	145
<i>Lepocinclis texta var. richardiana</i>	146

LÁMINA XVI



10µm

Colacium simplex Huber-Pestalozzi 1955. Lámina 17, figura 147.

Célula elipsoidal, redondeada en los ápices. Paramilon parietal, corpusculado. Pirenoides poco visibles.

Dimensiones: Células de 13.63 μ m de largo, 7.51 μ m de ancho.

Hábitat: Asociado a ambientes fuertemente eutróficos (Conforti 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima a moderada demanda bioquímica de oxígeno, ligeramente básicos, con baja a elevada transparencia, las cuales toleran temperaturas mínimas y altas, con menores a mayores niveles de nitratos y amonio, con moderada a elevada salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

Euglena sp. Ehrenberg, (1830). Lámina 17, figura 147

Célula ligeramente cilíndrica, redondeado en el ápice anterior y atenuado gradualmente hacia el ápice posterior, terminando en un apéndice caudal ligeramente corto. Cutícula con estrías.

Hábitat: Cosmopolita. Muy frecuente en la superficie y aguas quietas, como en estanques y zanjas. Algunas especies son de ambientes ácidos y otras se desarrollan en aquellos ricos en material orgánico (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada principalmente a aguas moderadamente salinas y conductividad eléctrica, tolerante a concentraciones moderadas a alevadas de oxígeno disuelto y condiciones de mayor demanda bioquímica de oxígeno.

Lepocinclis oxyuris (Schmarda) Marin & Melkonian in Marin *et al.* 2003. Lámina 17, figura 148.

Célula cilíndrica con giro hacia la izquierda, con el ápice anterior truncado, ligeramente redondeado y el posterior atenuado, terminando en un apéndice caudal. Cutícula estriada. Cromatóforos ovoides, múltiples, parietales. Eslabones de paramilon grandes.

Dimensiones: Célula de 158.07 μ m de largo, 18.97 μ m de ancho y 20.60 de largo de la cauda.

Hábitat: Cosmopolita. Amplia distribución, principalmente en estanques, pantanos, zanjas, ríos, en aguas desde moderada a fuertemente contaminadas (Conforti 1986; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de mínima a moderada demanda bioquímica de oxígeno, ligeramente básicos, con baja a elevada transparencia, las cuales toleran temperaturas mínimas y altas, con menores a mayores niveles de nitratos y amonio, con moderada a elevada salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica.

Euglena pusilla var. longa Playfair. Lámina 17, figura 150

Célula ligeramente cilíndrica, redondeado en el ápice anterior y apéndice posterior atenuado, con una cauda. Cromatóforos, discoides, parietales. Paramilon en forma de cilindro.

Dimensiones: Célula de 76.15µm de largo, 15.74µm de ancho y 3 barras de paramilon.

Hábitat: En sistemas poco profundos como charcas temporales (Conforti 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con limitada dureza, mínima concentración de fósforo, moderadamente cálidas, con ligera a elevada transparencia y pH muy básicos.

Euglenaformis proxima (Dangeard) M.S.Bennett & Triemer in Bennett *et al.* 2014. Lámina 17, figura 150.

Célula lanceolada, fusiforme con extremo redondeado y el otro atenuado gradualmente hasta terminar en un apéndice puntiagudo. Cutícula finamente estriada. Numerosos cromatóforos pequeños. Múltiples cuerpos de paramilon ovoides. Dos flagelos.

Dimensiones: Célula de 86.66µm de largo, 34.43µm de ancho.

Hábitat: Cosmopolita. Ampliamente distribuidos, asociados a charcos, lagunas y madrejones, con moderada contaminación (Conforti 1986; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones mínimas de conductividad eléctrica y salinidad, de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligera demanda bioquímica de oxígeno, pH moderadamente básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones moderadas a elevadas de oxígeno disuelto y mayor contenido de amonio.

Euglena retronata L.P.Johnson 1944. Lámina 17, figura 152.

Célula elipsoidal, con el extremo anterior truncado, ligeramente redondeado y el posterior ligeramente truncado. Cutícula con estrías radiales, hialinas. Cromatóforos ligeramente alargados, parietales. Paramylon ovoides.

Dimensiones: Célula de 11.84µm de largo, 14.18µm de ancho y de 4.25 cromatóforos.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones mínimas de conductividad eléctrica y salinidad, de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligera demanda bioquímica de oxígeno, pH moderadamente básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones moderadas a elevadas de oxígeno disuelto y mayor contenido de amonio.

Euglena tuberculata Swirenko 1915. Lámina 17, figura 153.

Célula ligeramente ovoide, extremo anterior redondeado y el posterior ligeramente agudo, redondeado terminando con un apéndice caudal. Cutícula estriada en espiral. Dos flagelos.

Dimensiones: Célula de 17.80µm de largo, 12.41µm de ancho.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada principalmente a niveles moderados de salinidad y conductividad eléctrica, tolerante a concentraciones moderadas a elevadas de oxígeno disuelto y condiciones de mayor demanda bioquímica de oxígeno.

Euglena variabilis Klebs 1883. Lámina 17, figura 154.

Célula ligeramente ovoide, extremo anterior redondeado y el posterior ligeramente agudo, redondeado. Cutícula estriada en espiral. Pirenoides pequeños, discoides, ordenadas parietalmente. Dos flagelos.

Dimensiones: Célula de 30.11µm de largo, 15.71µm de ancho y de 4.25 cromatóforos.

Hábitat: Cosmopolita. Asociado en ambientes poco profundos como charcos (Conforti 1986).

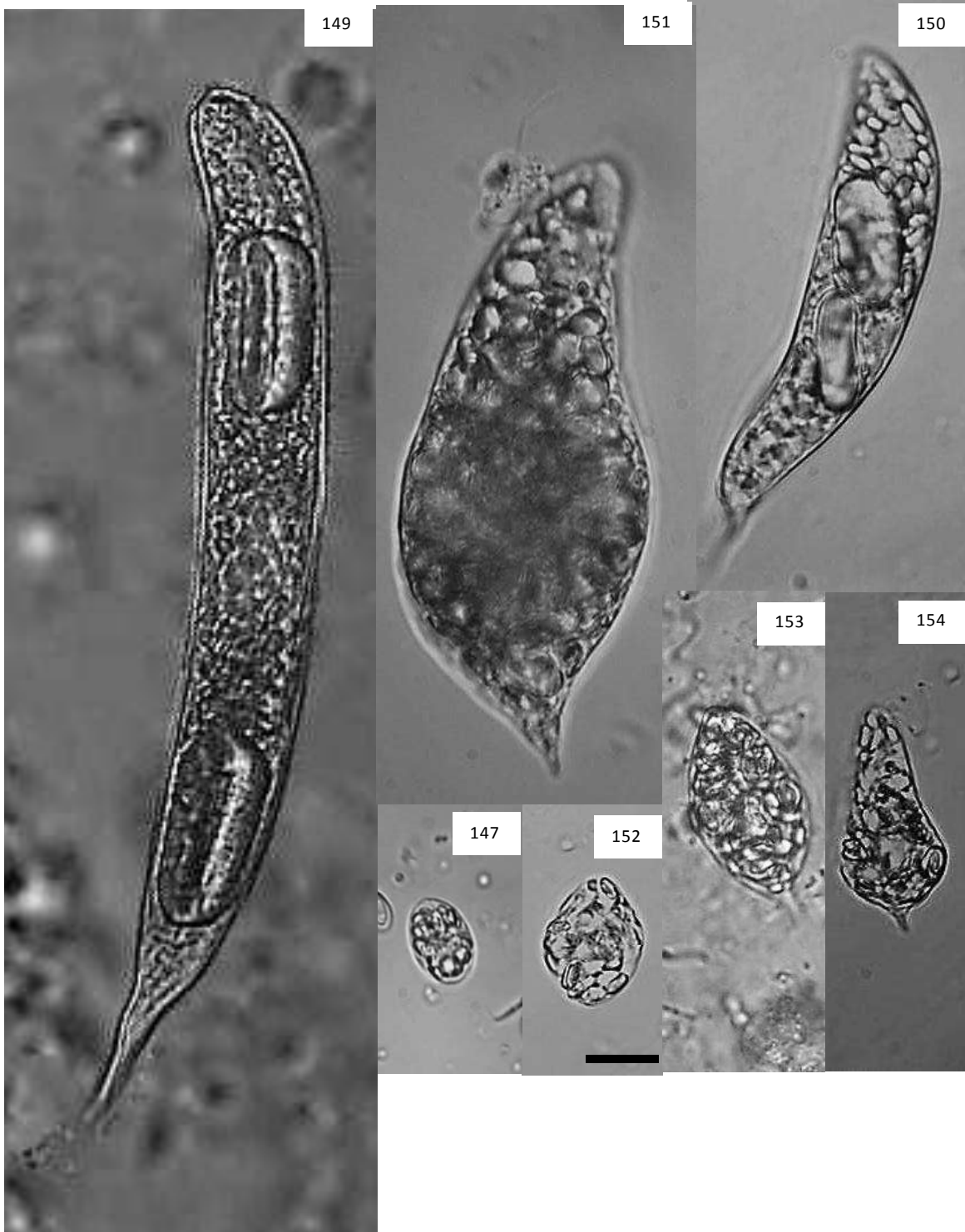
Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a niveles bajos de oxígeno disuelto e intermedios de pH, así mismo en moderadas a máximas concentraciones de oxígeno disuelto y dureza, también tolerante a ambientes con ligera a

elevada concentración de fósforo, conductividad eléctrica, a temperaturas cálidas, con mayores niveles de nitratos y demanda bioquímica de oxígeno.

LÁMINA XVII

<i>Colacium simplex</i>	147
<i>Euglena</i> sp.	148
<i>Lepocinclis oxyuris</i>	149
<i>Euglena pusilla</i> var. <i>longa</i>	150
<i>Euglenaformis proxima</i>	151
<i>Euglena retronata</i>	152
<i>Euglena tuberculata</i>	153
<i>Euglena variabilis</i>	154

LÁMINA XVII



10µm

Lepocinclis acus (O.F.Müller) Marin & Melkonian in Marin *et al.* 2003. Lámina 18, figura 155.

Células cilíndricas, con el extremo anterior atenuado, truncado y el posterior agudo gradualmente con terminación en un apéndice caudal. Cutícula con estrías. Cromatóforos discoidales. Paramilon en forma de bastón.

Dimensiones: Célula de 153.29 μm de largo, 12.49 μm de ancho, 38.97 μm largo de la cauda, gránulos de paramilon de 16.65 μm de largo y 2.45 μm de ancho y los cromatóforos de 3.08 μm .

Hábitat: Cosmopolita. Ampliamente distribuido, principalmente en zanjas, pantanos, estanques ácidos a salobres, indicador de ligera contaminación (Conforti 1986; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones mínimas de conductividad eléctrica y salinidad, de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligera demanda bioquímica de oxígeno, pH moderadamente básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones moderadas a elevadas de oxígeno disuelto y mayor contenido de amonio.

Euglena deses Ehrenberg 1834. Lámina 18, figura 156.

Célula cilíndrica, redondeado en el extremo anterior y en el posterior ligeramente estrecho. Cutícula estriada levemente. Cromatóforos lenticulados en la pared. Paramilon en forma de pequeños bastones, muy dispersos.

Dimensiones: Célula de 71.30 μm de largo, 12.09 μm de ancho.

Hábitat: Cosmopolita. Ampliamente distribuido. En lagunas, ríos, charcos, en aguas dulces a saladas, indicador de fuerte contaminación y asociado con agua radioactiva (Conforti 1986; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones mínimas de conductividad eléctrica y salinidad, de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligera demanda bioquímica de oxígeno, pH moderadamente básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones moderadas a elevadas de oxígeno disuelto y mayor contenido de amonio.

Euglenaria caudata (Hüber) A.Karnowska-Ishikawa, E.Linton & J.Kwiatowski in Linton *et al.* 2010. Lámina 18, figura 157 y 158.

Célula fusiforme, extremo anterior redondeado y el posterior atenuado gradualmente hasta terminar en un apéndice caudal. Cutícula estriada en espiral. Cromatóforos discoides. Múltiples cuerpos de paramylon pequeños, ovalados y esparcidos en la célula.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones mínimas de conductividad eléctrica y salinidad, de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligera demanda bioquímica de oxígeno, pH moderadamente básicos, ligeramente transparentes, en temperaturas y concentraciones moderadas a elevadas de oxígeno disuelto y mayor contenido de amonio.

Euglena spathirhyncha Skuja 1948. Lámina 18, figura 159.

Célula lanceolada con un polo truncado y el otro agudizado. Cutícula con estrías en espiral. Cromatóforos discoides, parietales. Paramylon en forma de pequeños cilindros, dispersos.

Dimensiones: Célula de 114.58 μ m de largo, 66.88 μ m de ancho.

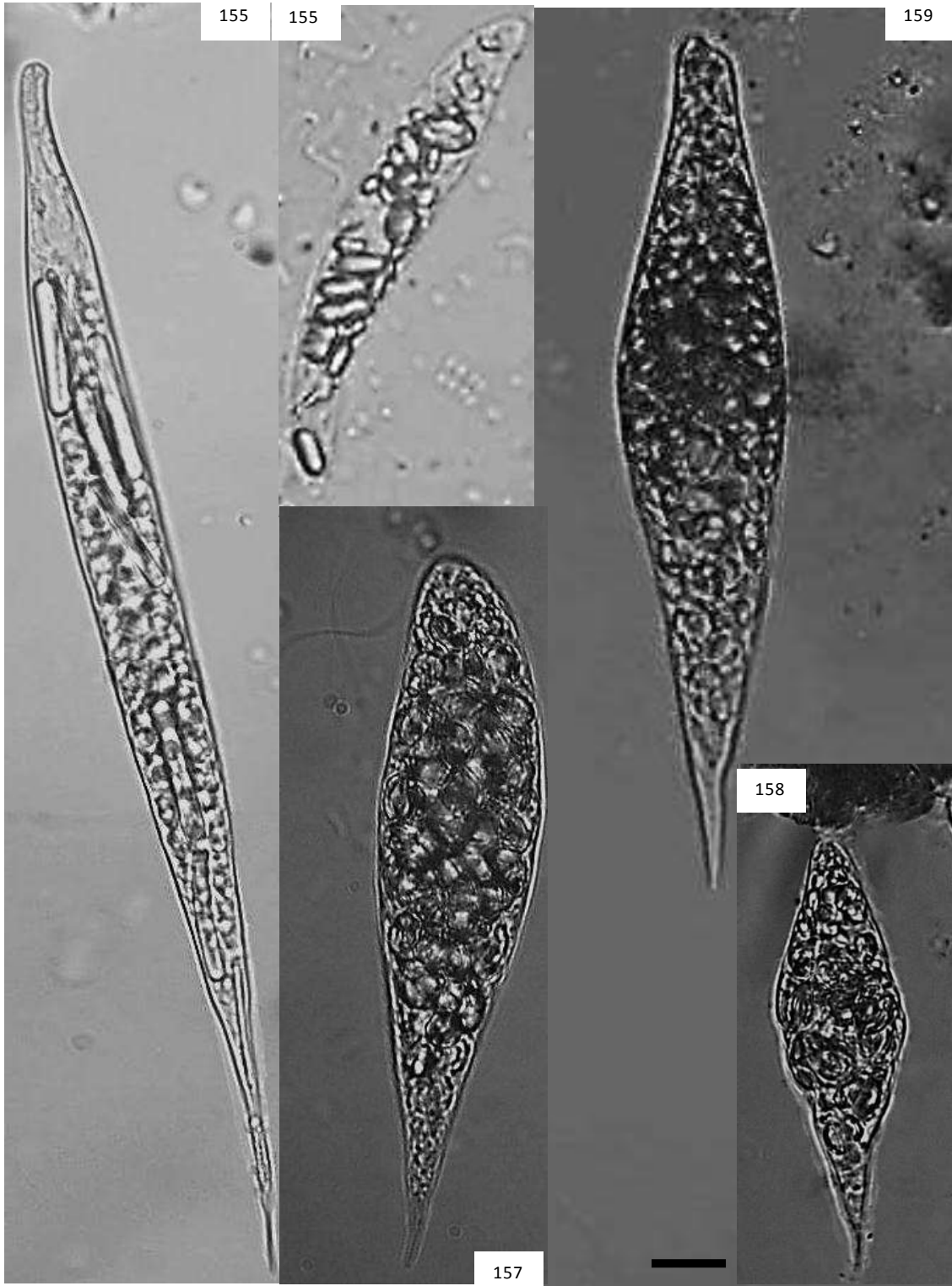
Hábitat: Principalmente en charcos, lagunas (Conforti 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica distribuida principalmente en aguas con temperatura ligeramente cálidas, menores concentraciones de fósforo, salinidad y conductividad eléctrica, moderadamente transparentes, de mínimos a máximos niveles de oxígeno y nitratos, y pH muy básico.

LÁMINA XVIII

<i>Lepocinclis acus</i>	155
<i>Euglena deses</i>	156
<i>Euglenaria caudata</i>	157-158
<i>Euglena spathirhyncha</i>	159

LÁMINA XVIII



10µm

Strombomonas deflandrei (Y.V. Roll) Deflandre 1930. Lámina 19, figura 160

Célula con lorica elipsoidal. Extremo anterior con un cuello corto con bordes lisos y el posterior con un apéndice caudal corto. Pared gruesa.

Dimensiones: Célula de 32.05 μm de largo, 21.76 μm de ancho, el tamaño de la cauda es de 3.75, cuello de 3.84 μm de largo y 5.07 μm de ancho

Hábitat: En aguas corriente (Conforti 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Strombomonas giardiana (Playfair) Deflandre 1930. Lámina 19, figura 161.

Célula con lorica cilíndrica, laterales redondeados. Polo anterior con un cuello corto, ligeramente denticulado y en el posterior con una cauda pequeña, cónica.

Dimensiones: Célula de 49.25 μm de largo, 27.38 μm de ancho, 12.10 μm de la cauda y el cuello de 6.65 μm .

Hábitat: Asociado a ambientes lénticos y lóticos con abundantes plantas acuáticas (Conforti 1986).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Trachelomonas volvocina var. volvocina (Ehrenberg) Ehrenberg 1834. Lámina 19, figura 162.

Células con loricas esféricas, lisas, con un pequeño poro y un cuello poco desarrollado.

Dimensiones: Célula de 12.28 μm de largo, 18.22 μm de ancho.

Hábitat: Ampliamente distribuido, principalmente en zanjas, estanques, charcos, indicadoras de aguas de moderada a fuerte contaminación (Conforti 1986; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica distribuida principalmente en aguas con temperatura ligeramente cálidas, menores concentraciones de fósforo, salinidad y conductividad eléctrica, moderadamente transparentes, de mínimos a máximos niveles de oxígeno y nitratos, y pH muy básico.

Trachelomonas hispida (Perty) F.Stein 1878. Lámina 19, figura 163.

Células con loricas ligeramente elipsoidales. Espinas cónicas, agudas, dispuestos irregularmente. Poro sin cuellos.

Dimensiones: Célula de 24.22 μm de largo, 14.81 μm de ancho y el cuello de 3.41 μm

Hábitat: Cosmopolita. Ampliamente distribuida, principalmente en estanques, pantanos, zanjas, aguas estancadas, indicadora de aguas limpias a ligeramente contaminadas (Conforti 1986; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Trachelomonas silvatica Svirenko 1914. Lámina 19, figura 164.

Célula con lorica ligeramente ovoide, laterales más o menos rectos, paredes crenuladas. Ápice anterior con un poro, rodeado de un cuello corto, con crenulaciones. Ápice posterior sin espinas, sin cauda, redondeado, mamelado.

Dimensiones: Célula de 21.58 μm de largo, 17.88 μm de ancho

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Trachelomonas zorensis Deflandre 1927. Lámina 19, figura 165.

Célula con lórica ligeramente ovoide, lisa, laterales ligeramente ovoides. Extremo posterior redondeado, liso. Extremo anterior con poro, sin cuello.

Dimensiones: Célula de 21.58 μm de largo, 17.88 μm de ancho.

Hábitat: Asociado a sistemas poco profundos, principalmente en zanjas, charcos y estanques (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Trachelomonas caudata (Ehrenberg) Stein 1878. Lámina 19, figura 166 y 168.

Célula con lorica elipsoidal, lados ligeramente cóncavos, con espinas cortas y puntiagudas. Extremo posterior con un proceso caudal, recto, en cono, en el anterior con un cuello cilíndrico y un poro amplio.

Dimensiones: Célula de 45.68 μm de largo, 19.50 μm de ancho y el cuello de 9 μm de largo y 5.49 μm de ancho

Hábitat: Cosmopolita. Ampliamente distribuido, principalmente en pantanos, zanjas, charcos, ríos y estanques, indicadora de morada contaminación (Conforti 1986; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a concentraciones mínimas de nitratos, con pH ligeramente básicos, contenido mínimo a intermedio de oxígeno disuelto y alcalinidad, también influenciada por aguas con poco a muy transparentes, con moderada a elevada conductividad eléctrica, altamente salina, de menor a mayor de demanda bioquímica de oxígeno y dureza.

Trachelomonas abrupta Svirenko [Swirenko] 1914. Lámina 19, figura 167.

Célula con lorica elipsoidal, lados cóncavos, lisos. Polo anterior con un poro, rodeado por un cuello corto y el posterior redondeado, mamelado. Sin espinas. Sin cauda.

Dimensiones: Célula de 22.39 μm de largo, 18.10 μm de ancho.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, influenciada por aguas blandas y moderadas concentraciones de fósforo, con poca a elevada transparencia, valores mínimos a intermedios de alcalinidad y en mayores niveles de nitratos, demanda bioquímica de oxígeno y aguas con poco a elevados niveles de pH.

Trachelomonas caudata (Ehrenberg) Stein 1878. Lámina 19, figura 168.

Células con loricas, elipsoidales, ligeramente alargadas, rígidas, gruesas y lados cóncavos. Ápice anterior atenuado con un poro rodeado por cuello ancho, crenulado. Sin cauda.

Dimensiones: Célula de 44.12 μm de largo, 25.32 μm de ancho, el cuello de 2.62 μm de largo y el largo de la cauda es de 4.74 μm .

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica distribuida principalmente en aguas con temperaturas ligeramente cálidas, menores concentraciones de fósforo, salinidad y conductividad eléctrica, moderadamente transparentes, de mínimos a máximos niveles de oxígeno y nitratos, y pH muy básico.

Trachelomonas scabra Playfair 1915. Lámina 19, figura 169.

Células con lorica ovoide, rígida, polo posterior ligeramente atenuado, redondeado y el anterior con un poro rodeado de un cuello ligeramente liso. Sin cauda.

Dimensiones: Célula de 27.68 μ m de largo, 21.93 μ m de ancho, el cuello de 1.92 μ m de largo.

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. Asociado a pantanos, lagos, zanjas (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a concentraciones mínimas de nitratos, con pH ligeramente básicos, contenido mínimo a intermedio de oxígeno disuelto y alcalinidad, también influenciada por aguas con poco a muy transparentes, con moderada a elevada conductividad eléctrica, altamente salina, de menor a mayor de demanda bioquímica de oxígeno y dureza.

Rhabdomonas incurva Fresenius 1858. Lámina 19, figura 170.

Célula lanceolada con el polo anterior convexo y ligeramente cónico en el ápice y el polo posterior redondeado, ligeramente atenuando. Cromatóforos discoides, parietales.

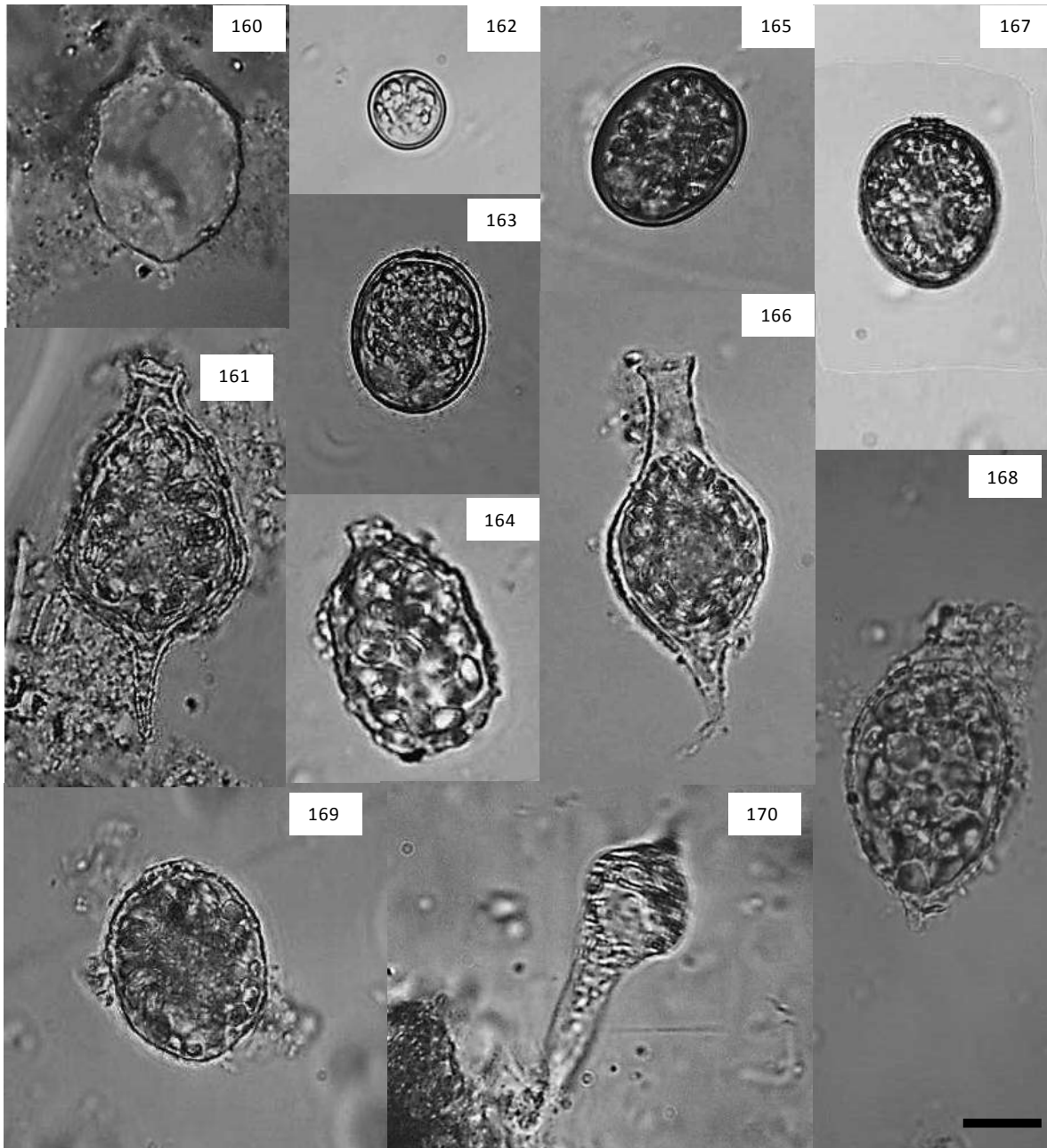
Dimensiones: 8.52 μ m de largo, 5.05 μ m de ancho.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a concentraciones mínimas de nitratos, con pH ligeramente básicos, contenido mínimo a intermedio de oxígeno disuelto y alcalinidad, también influenciada por aguas con poco a muy transparentes, con moderada a elevada conductividad eléctrica, altamente salina, de menor a mayor de demanda bioquímica de oxígeno y dureza.

LÁMINA XIX

<i>Strombomonas deflandrei</i>	160
<i>Strombomonas giardiana</i>	161
<i>Trachelomonas volvocina</i> var. <i>volvocina</i>	162
<i>Trachelomonas hispida</i>	163
<i>Trachelomonas silvatica</i>	164
<i>Trachelomonas zorensis</i>	165
<i>Trachelomonas caudata</i>	166 y 168
<i>Trachelomonas abrupta</i> var. <i>abrupta</i>	167
<i>Trachelomonas scabra</i>	169
<i>Rhabdomonas incurva</i>	170

LÁMINA XIX



10µm

CHLOROPHYCEAE

Chlamydomonas sp. Ehrenberg, 1833.

Células ovoides o ligeramente esféricas. Pared celular delgada. Cloroplasto en forma de copa.

Hábitat: Planctónico y perifítica. Cosmopolita. Asociado a ecosistemas como elevada concentración nutrimental, en lagunas de oxidación de aguas residuales, presentes en primavera y cerca del verano. En estanques y lagos, con altos niveles de alcalinidad (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica distribuida principalmente en aguas con temperatura ligeramente cálidas, menores concentraciones de fósforo, salinidad y conductividad eléctrica, moderadamente transparentes, de mínimos a máximos niveles de oxígeno y nitratos, y pH muy básico.

Chlamydomonas metapyrenigera Skuja 1956. Lámina 20, figura 172.

Células esféricas, ligeramente anchas. Pared celular ligeramente gruesa y densa, con una papila en la parte frontal. Cloroplasto en forma de copa, con pirenoides en la zona basal de la célula. Estigma a mitad de la célula.

Dimensiones: Célula de 20.05 μm de diámetro.

Hábitat: Planctónico. En lagos o en pequeños cuerpos de agua como estanques (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Chlamydomonas altera Skuja 1956. Lámina 20, figura 173.

Células alargadas, zona basal más amplia que la frontal. Dos flagelos largos en la zona apical. Con una papila semiesférica.

Dimensiones: Célula de 8.57 μm de largo, 4.83 μm de ancho.

Hábitat: Asociado a arroyos (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Chlamydomonas incerta Pascher 1927. Lámina 20, figura 174.

Células esféricas, ligeramente gruesa, mucilago moderadamente más largo que la célula, casi en forma de copa. Cloroplasto basal con un pirenoide esférico. Con estigma. Núcleo ligeramente en el centro.

Dimensiones: Célula de 11.10µm de diámetro.

Hábitat: Ampliamente distribuido. En estanques, presas y lagos levemente contaminados o eutróficos (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a concentraciones mínimas de nitratos, con pH ligeramente básicos, contenido mínimo a intermedio de oxígeno disuelto y alcalinidad, también influenciada por aguas con poco a muy transparentes, con moderada a elevada conductividad eléctrica, altamente salina, de menor a mayor de demanda bioquímica de oxígeno y dureza.

Sphaerellopsis sp. Korshikov, 1925

Células esféricas o globosas. Pared celular fina y redonda. Cloroplastos en forma de copa. Vacuolas pulsátiles.

Dimensiones: Célula de 17.31µm de largo, 14.42µm de ancho.

Hábitat: Cosmopolita. Frecuente en aguas pobres en nutrientes y rico en humus (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica distribuida principalmente en aguas con temperatura ligeramente cálidas, menores concentraciones de fósforo, salinidad y conductividad eléctrica, moderadamente transparentes, de mínimos a máximos niveles de oxígeno y nitratos, y pH muy básico.

Chloromonas depauperata (Pascher) Gerloff & Ettl in Ettl 1970. Lámina 20, figura 176.

Células elipsoidales a esféricas o globosas. Pared celular fina. Cloroplastos en forma de olla, ligeramente esparcida. Vacuolas pulsátiles apicales.

Dimensiones: Célula de 10.88µm de diámetro.

Hábitat: Ampliamente distribuido. Asociados a aguas contaminadas de material orgánico (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Chloromonas subdivisa (Pascher & Jahoda) Gerloff & Ettl 1970. Lámina 20, figura 177.

Células elipsoidales, laterales cóncavos. Zona anterior ligeramente aguda mientras que la posterior es redondeada. Cloroplasto en forma de copa, margen crenulado. Vacuolas apicales pulsátiles.

Dimensión: Célula de 20.09 μ m largo y de 17.84 μ m de ancho

Hábitat: Asociado a ambientes lénticos, principalmente en estanques (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica distribuida principalmente en aguas con temperatura ligeramente cálidas, menores concentraciones de fósforo, salinidad y conductividad eléctrica, moderadamente transparentes, de mínimos a máximos niveles de oxígeno y nitratos, y pH muy básico.

Sphaerocystis planctónica (Korshikov) Bourrelly in Fott 1974. Lámina 20, figura 178

Cenobios de 4 a 8 o 32 células envueltas en un mucilago esférico, hialino, gelatinoso. Células esféricas.

Dimensiones: Célula de 8.93 μ m de diámetro. Cenobio 38 μ m de diámetro.

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. En lagos y ríos de flujo lento (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Sphaerocystis schroeteri Chodat 1897. Lámina 20, figura 179.

Células en colonias dentro de una masa mucilaginoso esférica, hialina, gelatinosa. Células esféricas casi elipsoidales.

Dimensiones: Célula de 11.27 μ m largo y 9.44 μ m de ancho. Mucilago de 26.56 μ m de diámetro.

Hábitat: Euplanctónico. Ampliamente distribuido en los lagos (Prescott 1961; y Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afin a concentraciones mínimas de nitratos, con pH ligeramente básicos, contenido mínimo a intermedio de oxígeno disuelto y alcalinidad, también influenciada por aguas con poco a muy transparentes, con moderada a elevada conductividad eléctrica, altamente salina, de menor a mayor de demanda bioquímica de oxígeno y dureza.

Fortiella brunnea Pascher 1927. Lámina 20, figura 180.

Célula elipsoidal, ovada. Cloroplasto basal en forma de copa, con un enorme pirenoide. Vacuolas apicales pulsátiles. Cuatro flagelos finos.

Dimensiones: Célula de 12.67 μm de largo, 11.33 μm de ancho.

Hábitat: Planctónico. Asociado a ambientes eutróficos, en estanques (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Pteromonas denticulata Seligo, 1887

Célula elipsoide, ovoide. Zona anterior ligeramente reducida y la posterior redondeada, más ancha. Cloroplastos en forma de copa. Pirenoide esférico. Estigma redondeado. Vacuolas pulsátiles.

Dimensiones: Célula de 12.27 μm de largo, 11.27 μm de ancho.

Hábitat: Planctónico. Asociado a lagos (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Pteromonas aequiciliata (Gicklhorn) Chodat 1926. Lámina 20, figura 182.

Célula ovoide. Con una membrana que cubren a la célula de forma cuadrangular, ligeramente gruesa y hialina, y curvos. Cloroplasto polimórfico. Dos vacuolas apicales, pulsátiles.

Dimensiones: Célula de 18.98 μm de largo, 15.99 μm de ancho.

Hábitat: Planctónico (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica distribuida principalmente en aguas con temperatura ligeramente cálidas, menores concentraciones de fósforo, salinidad y conductividad eléctrica, moderadamente transparentes, de mínimos a máximos niveles de oxígeno y nitratos, y pH muy básico.

Eudorina elegans Ehrenberg 1832. Lámina 20, figura 183.

Cenobios elipsoidales a veces esféricos. Con acomodados de 32 células, algunas veces con 16 o 64, arreglados en coronas regulares, ligeramente perpendiculares iguales al eje del cenobio. Cloroplastos en forma de copa con varios pirenoides. Estigma del mismo tamaño que los pirenoides. Dos vacuolas apicales pulsátiles en la parte trasera de las células.

Dimensiones: Célula de 12.51µm de diámetro. Cenobio de 62.18µm de largo, 51.48µm de ancho.

Hábitat: Planctónico. Muy común en todos los continentes (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Colemanosphaera charkowiensis (Korshikov) Nozaki, T.K.Yamada, F.Takahashi, Matsuzaki & Nakada 2014. Lámina 20, figura 184.

Cenobio elipsoidal alargado, gelatinoso, hialino bien definido. Arreglos de 32 células del mismo tamaño dispuestos en 5 coronas horizontales, 2 células a los extremos. Células con cloroplastos en forma de taza con rayas largas muy distintivas, con numerosos pirenoides distribuidos irregularmente. Estigma en la parte delantera de la célula. Núcleo central. Dos vacuolas pulsátiles en la parte apical de la célula.

Dimensiones: Célula de 8.08µm de largo, 7.33µm de ancho. Flagelos de 16.55 largo. Cenobio de 28.63µm de largo, 21.84µm de ancho.

Hábitat: Planctónico. En pequeños estanques y lagos (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a una menor demanda bioquímica de oxígeno, pobre en fósforo, así como con moderada concentración de salinidad y conductividad eléctrica, con niveles elevados de alcalinidad, nitratos y con mayor contenido de amonio, en aguas muy cálidas y básicas.

Gloeococcus alsius (Skuja) Fott 1972. Lámina 20, figura 185.

Colonias semiesféricas. Con arreglo de 4 células. Células ligeramente esféricas, con pared celular delgada, flageladas. Cloroplastos en forma de copa o a veces irregular. Dos vacuolas pulsátiles en el ápice.

Dimensiones: Célula de 12.67 μ m de diámetro. El cenobio tiene un diámetro de 36.41 μ m con cuatro células.

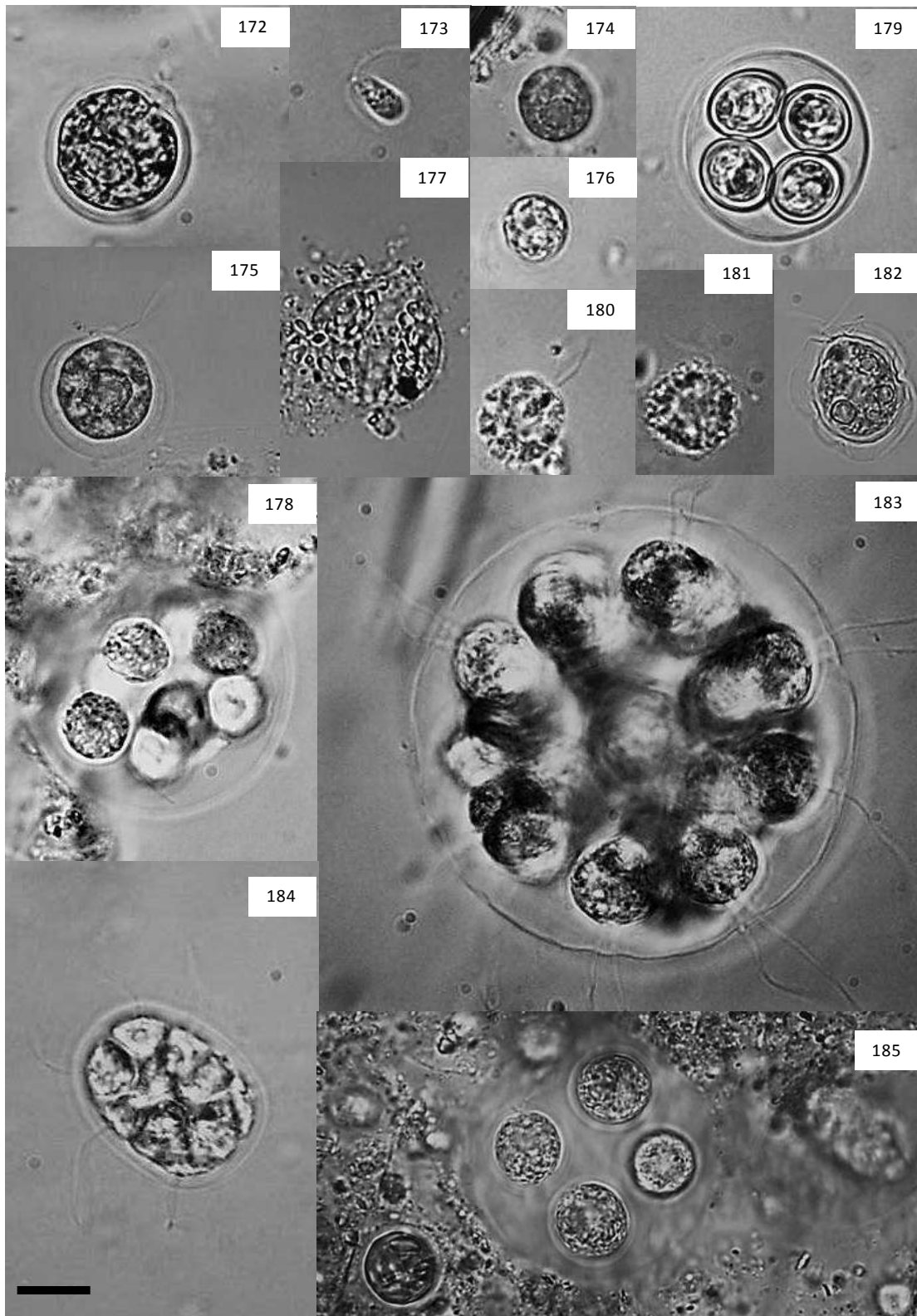
Hábitat: Planctónico. Principalmente de aguas pantanosas, en charcos, oligotróficos (Ettl *et al.*, 1983).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

LÁMINA XX

<i>Chlamydomonas metapyrenigera</i>	172
<i>Chlamydomonas altera</i>	173
<i>Chlamydomonas incerta</i>	174
<i>Sphaerellopsis</i> sp.	175
<i>Chloromonas depauperata</i>	176
<i>Chloromonas subdivisa</i>	177
<i>Sphaerocystis planctonica</i>	178
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	179
<i>Fortiella brunnea</i>	180
<i>Pteromonas denticulata</i>	181
<i>Pteromonas aequiciliata</i>	182
<i>Eudorina elegans</i>	183
<i>Colemanosphaera charkowiensis</i>	184
<i>Gloeococcus alsius</i>	185

LÁMINA XX



10µm 

Tetraëdron minimum (A. Braun) Hansgirg 1888. Lámina 21, figura 186.

Células diminutas, planas, cuadrada con polos ligeramente redondeados, cóncavos. Pared lisa y granulada. Cloroplasto parietal con un pirenoide.

Dimensiones: Célula de 15.62µm el largo perpendicular, 5.µm de alto.

Hábitat: Planctónico. Común en lagos y pantanos (Prescott 1961).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Tetraëdron pentaedricum West & G.S. West 1895. Lámina 21, figura 187.

Células pequeñas con 5 cuernos, cuatro esquinas en un solo plano, entre los 30-90° se ubica el quinto. Polos con esquinas subagudas, espinas curvas. Un solo cloroplasto, parietal y con un solo pirenoide.

Dimensiones: Célula de 14.25µm de largo uno, 11.43µm de largo.

Hábitat: Planctónico. Raramente distribuido (Prescott 1961).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Pseudopediastrum boryanum (Turpin) E.Hegewald in Buchheim *et al.* 2005. Lámina 21, figura 188.

Cenobios circulares o irregulares, sin espacios intercelulares. Células marginales con procesos y lóbulos. Células internas poligonales, sin espacios entre ellas, con paredes lisas o granuladas.

Dimensiones: Células del margen de 24.69µm de largo y 19.46µm de ancho, células internas de 10.09µm de largo y de ancho 16.31µm. Cenobio son 87.71µm de largo.

Hábitat: Probablemente cosmopolita. Ampliamente distribuido, principalmente en pantanos, lagos, embalses, en agua estancada de ríos, presente en todo el año característico en primavera y cerca del verano, en aguas ricas en nutrientes, de mesotróficas a eutróficas (Prescott 1961; John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Pseudopediastrum boryanum f. longicorne Reinsch. Lámina 21, figura 189.

Cenobio circular, con pequeños espacios entre las células. Las células del centro poligonales, con lados rectos. Las células del margen amplios con procesos alargados a manera de espinas, ligeramente curvadas. Granulados.

Dimensiones: Células marginales son 5.06 μ m de largo y 3.03 de ancho, células centrales de 2.35 μ m de largo y 3.02 μ m de ancho. Espinas de 12.61 μ m de largo. Cenobio de 22.55 μ m de diámetro.

Hábitat: Epifítico. Cosmopolita. En pequeños estanques y lagos (Prescott 1961; John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Pediastrum simplex Meyen 1829. Lámina 21, figura 190.

Cenobios con amplios espacios intercelulares. Células marginales cóncavas en la base con un largo proceso. Células internas poligonales, ligeramente con procesos. Pared lisa o granulada.

Dimensiones: Células marginales de 24.10 μ m de largo, 12.62 μ m de ancho, células centrales de 10.94 μ m de largo y de 10.57 μ m de ancho.

Hábitat: Planctónica y perifítica. En estanques, sobre plantas acuáticas (Prescott 1961).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a concentraciones mínimas de nitratos, con pH ligeramente básicos, contenido mínimo a intermedio de oxígeno disuelto y alcalinidad, también influenciada por aguas con poco a muy transparentes, con moderada a elevada conductividad eléctrica, altamente salina, de menor a mayor de demanda bioquímica de oxígeno y dureza.

Pediastrum duplex Meyen 1829. Lámina 21, figura 191.

Cenobio con espacios entre células, regularmente cóncavos y amplios. Las células marginales cilíndricas, con proyecciones cónicas y ligeramente truncadas. Células internas arregladas en forma de H, con espacios intercelulares muy evidentes. Sin granulaciones.

Dimensiones: Célula de 21.24 μ m de largo y de 17.47 μ m de ancho. Cenobio de 72.56 μ m de diámetro.

Hábitat: Probablemente cosmopolita. Ampliamente distribuido, principalmente en lagos, estanques, ríos, embalses y agua estancada (Prescott 1961; John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Stauridium tetras (Ehrenberg) E.Hegewald in Buchheim *et al.* 2005. Lámina 21, figura 193.

Colonias rectangulares, sin espacios intercelulares. Células marginales con una pequeña incisión en el centro, estrecha con dos lóbulos, lados rectos. Paredes celulares lisas.

Dimensiones: Células de 11.53 μ m de largo, 9.21 μ m de ancho.

Ecología: Planctónico o perifítico. Probablemente cosmopolita. Ampliamente distribuido, de ambientes mesotróficos a eutróficos (Prescott 1961; John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Pediastrum tetras var. tetradon (Corda) Hansgirg 1888. Lámina 21, figura 194.

Cenobios con células marginales con dos procesos, incisiones muy profundas y poco profundas en las células internas.

Dimensiones: Célula de 9.41 μ m de largo, 8.10 μ m de ancho. Cenobio de 17.41 μ m de diámetro.

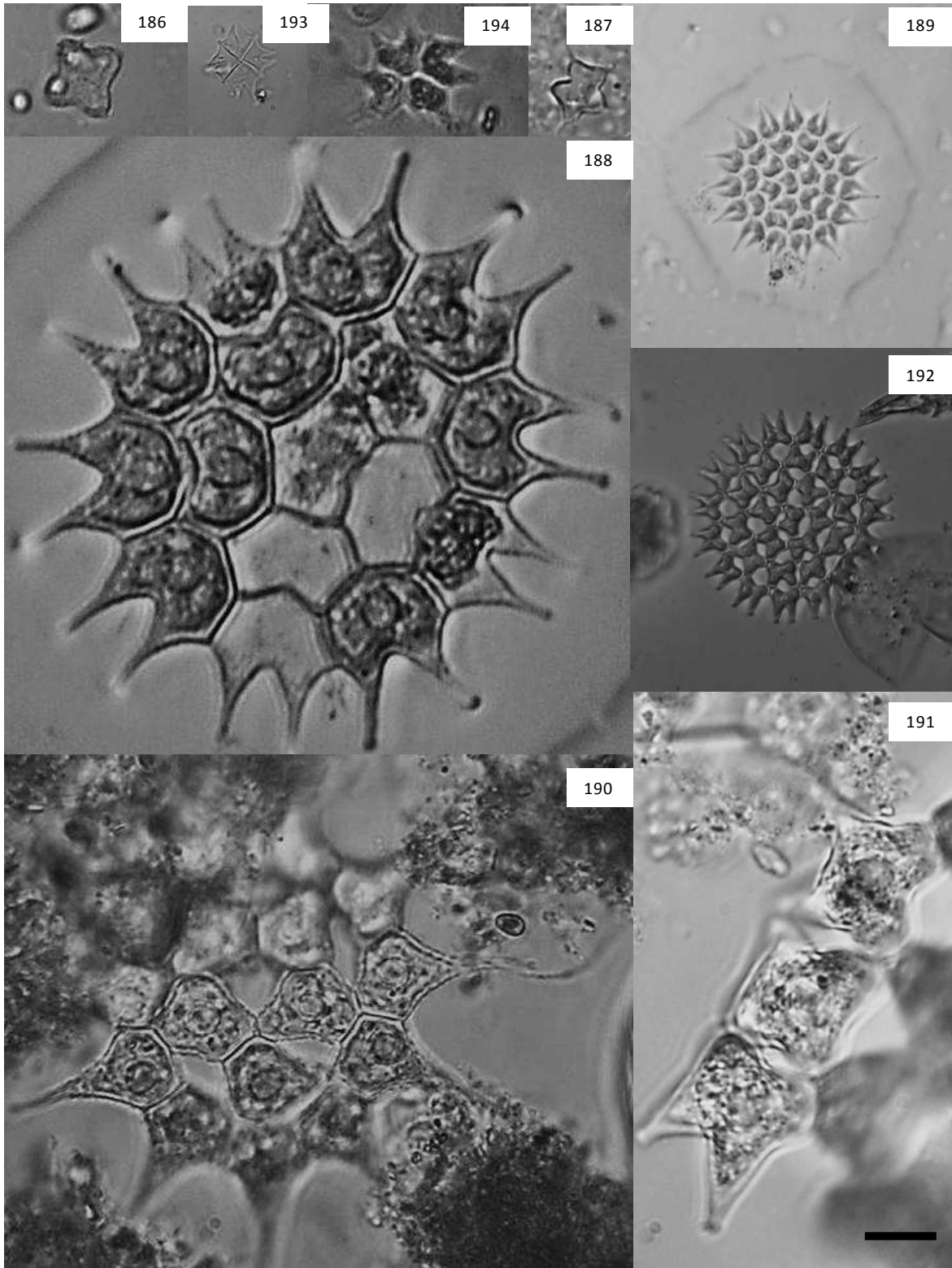
Hábitat: Euplanctónico (Prescott 1961).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

LÁMINA XXI

<i>Tetraëdron minimum</i>	186
<i>Tetraëdron pentaedricum</i>	187
<i>PseudoPseudopediastrum boryanum</i>	188
<i>Pseudopediastrum boryanum</i> f. <i>longicorne</i>	189
<i>Pediastrum simplex</i>	190
<i>Pediastrum duplex</i>	191-192
<i>Stauridium tetras</i>	193
<i>Pediastrum tetras</i> var. <i>tetradon</i>	194

LÁMINA XXI



Tetracystis fissurata Nakano 1984. Lámina 22, figura 22.

Células elipsoidales o globosas. Pared celular delgada. Pirenoides esféricos dispuestos en un cloroplasto parietal, con engrosamiento basal. 2 vacuolas pulsátiles.

Dimensiones: Célula de 7.34 μ m de largo, 4.86 μ m de ancho.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a aguas poco alcalinas, salinas y pobre en nitratos, moderadamente duras, transparentes y con un pH ligeramente básico.

Monoraphidium minutum (Nägeli) Komárková-Legnerová 1969. Lámina 20, figura 196.

Célula en forma de media luna, en ocasiones con puntas ligeramente retorcidas y atenuadas. Polos puntiagudos.

Dimensiones: Célula de 8.35 μ m de largo, 3.52 μ m de ancho.

Hábitat: Planctónico y perifítico. Cosmopolita. Frecuente en los trópicos de ambientes más o menos alcalinos (Comas 1996; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a concentraciones mínimas de nitratos, con pH ligeramente básicos, contenido mínimo a intermedio de oxígeno disuelto y alcalinidad, también influenciada por aguas con poco a muy transparentes, con moderada a elevada conductividad eléctrica, altamente salina, de menor a mayor de demanda bioquímica de oxígeno y dureza.

Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová in Fott 1969. Lámina 22, figura 197.

Células solitarias, delgadas, curvas, ligeramente espiraladas, extremos atenuados y vértices gradualmente afilados. Un solo cloroplasto, con pirenoide parental.

Dimensiones: Célula de 16.22 μ m de largo, 2.89 μ m de ancho.

Hábitat: Planctónico y perifítico. Cosmopolita. Ambientes desde oligotróficos hasta los eutróficos, en ríos, lagos, estanques, embalses, zanjas y bebederos de animales (Comas 1996; John 2002; y Peixoto 2012).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a concentraciones mínimas de nitratos, con pH ligeramente básicos, contenido mínimo a intermedio de oxígeno disuelto y alcalinidad, también influenciada por aguas con poco a muy

transparentes, con moderada a elevada conductividad eléctrica, altamente salina, de menor a mayor de demanda bioquímica de oxígeno y dureza.

Monoraphidium arcuatum (Korshikov) Hindák 1970. Lámina 22, figura 198.

Células delgadas, en semicírculo o recto. Ligeramente atenuado en los ápices, polos puntiagudos.

Dimensiones: Célula de 41.81 μm de largo, 2.17 μm de ancho.

Hábitat: Planctónico y perifítico. Probablemente cosmopolita. De ambientes poco profundos y eutróficos que incluyen ríos lagos, estanques, embalses y bebederos de animales (John 2002; y Peixoto *et al.* 2012).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Monoraphidium komarkovae Nygaard 1979. Lámina 22, figura 199.

Célula delgada, ligeramente arqueadas o espiraladas, cilíndrica en el centro, con terminaciones gradualmente atenuadas, polos puntiagudos.

Dimensiones: Célula de 78.79 μm largo y el ancho de 4.40 μm .

Hábitat: Probablemente cosmopolita. En piscinas, cuencas de drenaje, ríos con fluido lento (John 2002; y Peixoto *et al.* 2012).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica distribuida principalmente en aguas con temperatura ligeramente cálidas, menores concentraciones de fósforo, salinidad y conductividad eléctrica, moderadamente transparentes, de mínimos a máximos niveles de oxígeno y nitratos, y pH muy básico.

Schroederia setigera (Schröder) Lemmermann 1898. Lámina 22, figura 200.

Células rectas o ligeramente curvas, ápices gradualmente atenuados. Cloroplasto con pirenoide.

Dimensiones: Célula de 33.69 μm de largo, 4.22 μm de ancho y el largo de la espina es de 10.98 μm .

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. Principalmente en estanques, lagos embalses (Comas 1996; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Desmodesmus maximus (West & G.S.West) Hegewald 2000. Lámina 22, figura 201 y 202

Cenobios con arreglos celulares lineares. Células cilíndricas y elongadas, polos redondeados. Polos de células marginales con espinas, rectas o algunas veces curvas.

Dimensiones: Célula de 10.06 μ m de largo, 3.53 μ m de ancho. Espina de 11.90 μ m de largo

Hábitat: Cosmopolita. En cuerpos de agua eutróficos, en temperaturas cálidas (Comas 1996).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Desmodesmus protuberans (F.E.Fritsch & M.F.Rich) E.Hegewald. Lámina 22, figura 203

Cenobios con arreglos de 4 u 8 células. Células ligeramente elongadas, fusiformes. Células externas con ápices protuberantes y espinas en cada polo. Espinas atenuadas gradualmente.

Dimensiones: Célula de 4.26 μ m de largo, 12.43 μ m de ancho. Y el largo de las espinas donde d 12.61.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Desmodesmus intermedius (Chodat) E.Hegewald 2000. Lámina 22, figura 204.

Cenobios con arreglos celulares alternos, ovoides y con terminaciones redondeadas. Espinas en las células marginales. Células lisas.

Dimensiones: Célula de 4.44 μ m el largo, 2.43 μ m de ancho y espina de 4.60 μ m de largo.

Hábitat: Planctónico y perifítico. Probablemente cosmopolita. Principalmente en estanques, lagos y ríos (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Tetrademus obliquus (Turpin) M.J.Wynne 2016. Lámina 22, figura 205.

Cenobio con arreglo de células lineares o alternas. Células fusiformes, con ápices agudos. Células terminales cóncavas, rectas o convexas. Células internas con lados rectos.

Dimensiones: Célula de 26.33µm de largo, 5.14µm de ancho.

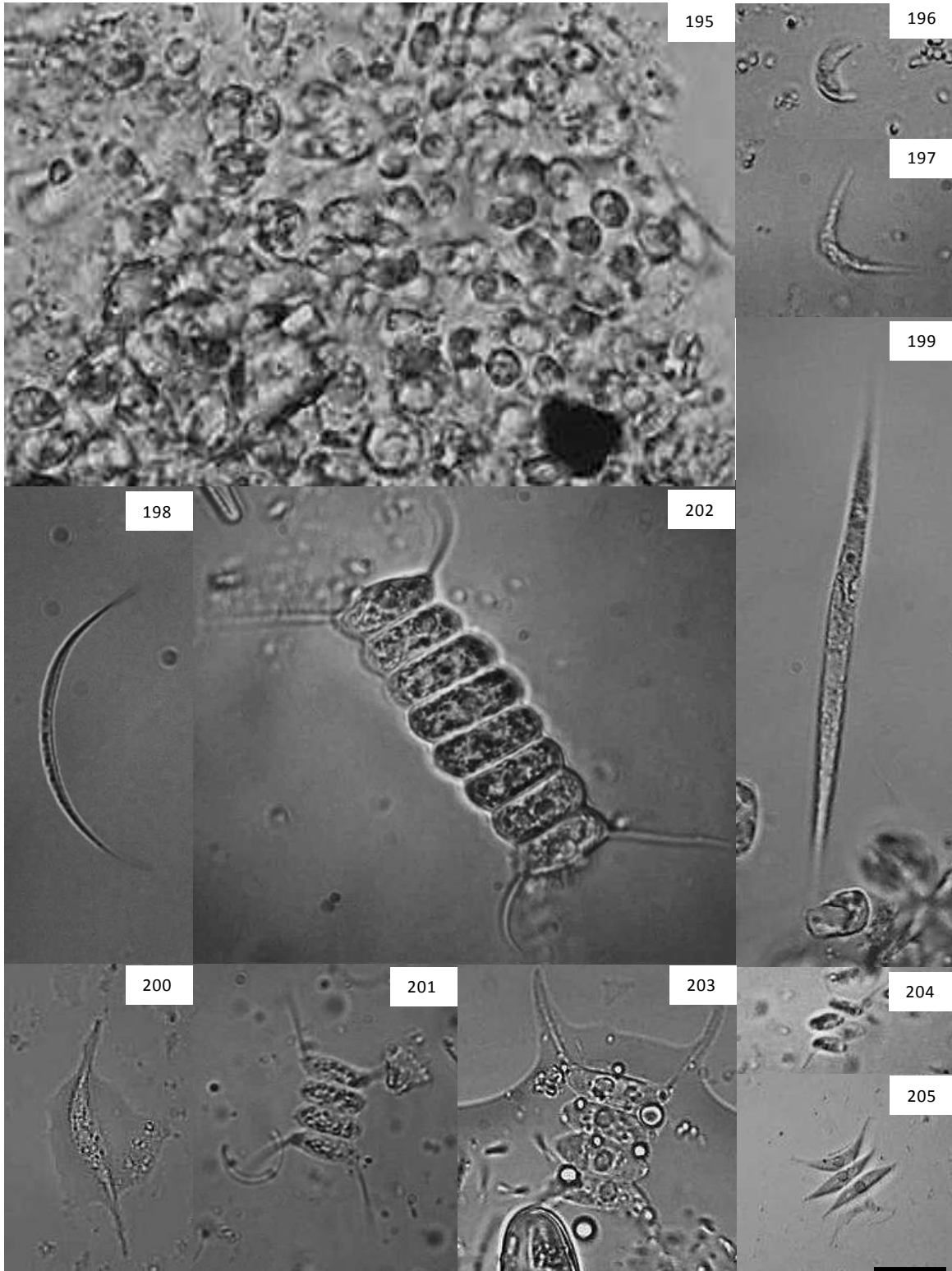
Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. Ampliamente distribuido desde bebederos de animales, charcos, zanjas, estanques, embalses y ríos (Prescott 1961; John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

LÁMINA XXII

<i>Tetracystis fissurata</i>	195
<i>Monoraphidium minutum</i>	196
<i>Monoraphidium contortum</i>	197
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	198
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	199
<i>Schroederia setigera</i>	200
<i>Desmodesmus maximus</i>	201 y 202
<i>Desmodesmus protuberans</i>	203
<i>Desmodesmus intermedius</i>	204
<i>Tetrademus obliquus</i>	205

LÁMINA XXII



10µm

Desmodesmus subspicatus (Chodat) E.Hegewald & A.Schmidt in E.Hegewald 2000. Lámina 23, figura 206 y 212

Cenobios con arreglos celulares lineares. Células elipsoidales, ovoides, ápices redondeados. Células internas regularmente presentan una espina. Células marginales presentan una enorme espina. Células de los extremos con espinas adicionales de la misma longitud

Dimensiones: Célula de 15.38 μ m de largo, 5.95 μ m de ancho.

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. En estanques y pequeños lagos, con aguas eutróficas como especie dominante en las comunidades de algas, asociado a zonas templadas y tropicales (Hindák 1990; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica distribuida principalmente en aguas con temperatura ligeramente cálidas, menores concentraciones de fósforo, salinidad y conductividad eléctrica, moderadamente transparentes, de mínimos a máximos niveles de oxígeno y nitratos, y pH muy básico.

Desmodesmus communis (E. Hegewald) E.Hegewald 2000

Cenobios con arreglos celulares lineales. Células alargadas cilíndricas, las interiores con ápices redondeados, las exteriores rectas con espinas ligeramente hacia fuera en las zonas curvas. Paredes celulares lisas.

Dimensiones: Célula de 9.02 μ m de largo, 4.12 μ m de ancho.

Hábitat: Planctónico y perifítico. Probablemente cosmopolita. De ambientes puros, de ligero a moderadamente enriquecidos con nutrientes (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Comasiella arcuata var. *platydisca* (G.M.Smith) E.Hegewald & M.Wolf in Hegewald *et al.* 2010. Lámina 23, figura 208.

Cenobios planos. Células oblongas o elípticas, ordenadas en dos series y pequeñas intercepciones entre células

Dimensiones: Célula de 6.10 μ m de largo y de 3.50 μ m de ancho

Hábitat: Planctónico. Asociado a aguas mesotróficas a eutróficas, abundante en verano y otoño (Prescott 1961; y Hindák 1990).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a condiciones de menor conductividad eléctrica, alcalinidad y aguas con mínima a moderada transparencia, con niveles intermedios de fósforo, aguas moderadamente duras, salinas y niveles intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, pH muy básicos, con niveles elevados de nitratos, oxígeno y amonio y con temperaturas cálidas.

Desmodesmus opoliensis (P.G.Richter) E.Hegewald 200. Lámina 23, figura 209.

Cenobios planos, con arreglos celulares lineares. Células interiores con forma naviculoide. Células unidas con el tercio medio de los laterales. Células externas rectas o ligeramente convexas y terminaciones con una larga espina en cada polo. Células interiores con espinas largas o cortas en cada polo.

Dimensiones: célula de 17.69 μm el largo, 5.83 μm de alto y espina de 18.91 μm de largo.

Hábitat: Planctónico, perifítico. Probablemente cosmopolita. Asociado a una gran diversidad de hábitats, como piscinas, zanjas, estanques, lagos, embalses y ríos, en aguas eutróficas algunas veces muy abundantes (Hindák 1990; John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Scenedesmus velitaris Komárek 1984. Lámina 23, figura 210.

Cenobios arreglados en 4 células lineares o ligeramente alternados. Células ovoides o elongadas, terminaciones redondeadas. Células terminales con espines algunas veces curvadas. Células internas de una a 3 espinas pequeñas a mitad de los polos (Hindák 1990).

Dimensiones: Célula de 23.74 μm el largo, 10.57 μm de ancho y espina de 14.25 μm de largo.

Hábitat: Cosmopolita. Ampliamente distribuido en sistemas acuáticos eutróficos, normalmente en estanques de peces, ríos, depósitos de agua y embalses (Hindák 1990; y Comas 1996)

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Desmodesmus serratus (Corda) S.S. An, Friedl & E.Hegewald 1999. Lámina 23, figura 211.

Cenobio con arreglos celulares lineales. Células cilíndricas, ovoides, ápices redondeadas o truncadas. Células internas poseen dientes. Células del margen con pequeños dientes e hileras de gránulos. Paredes celulares lisas con dientes.

Dimensiones: Célula de 10.53µm el largo, 4.30µm de ancho.

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita en varios cuerpos de agua, asociado en el litoral de los lagos, en la grava y arena, en estanque de peces y a la macrovegetación (Hindák 1990; John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Scenedesmus ellipticus Corda 1835. Lámina 23, figura 213.

Cenobios con arreglos celulares rectos o ligeramente alternados, derechos o ligeramente curvos. Células ovoides, elipsoidales o cilíndricas, terminaciones redondeadas.

Dimensiones: Células de 10.90µm largo y el ancho de 3.62µm.

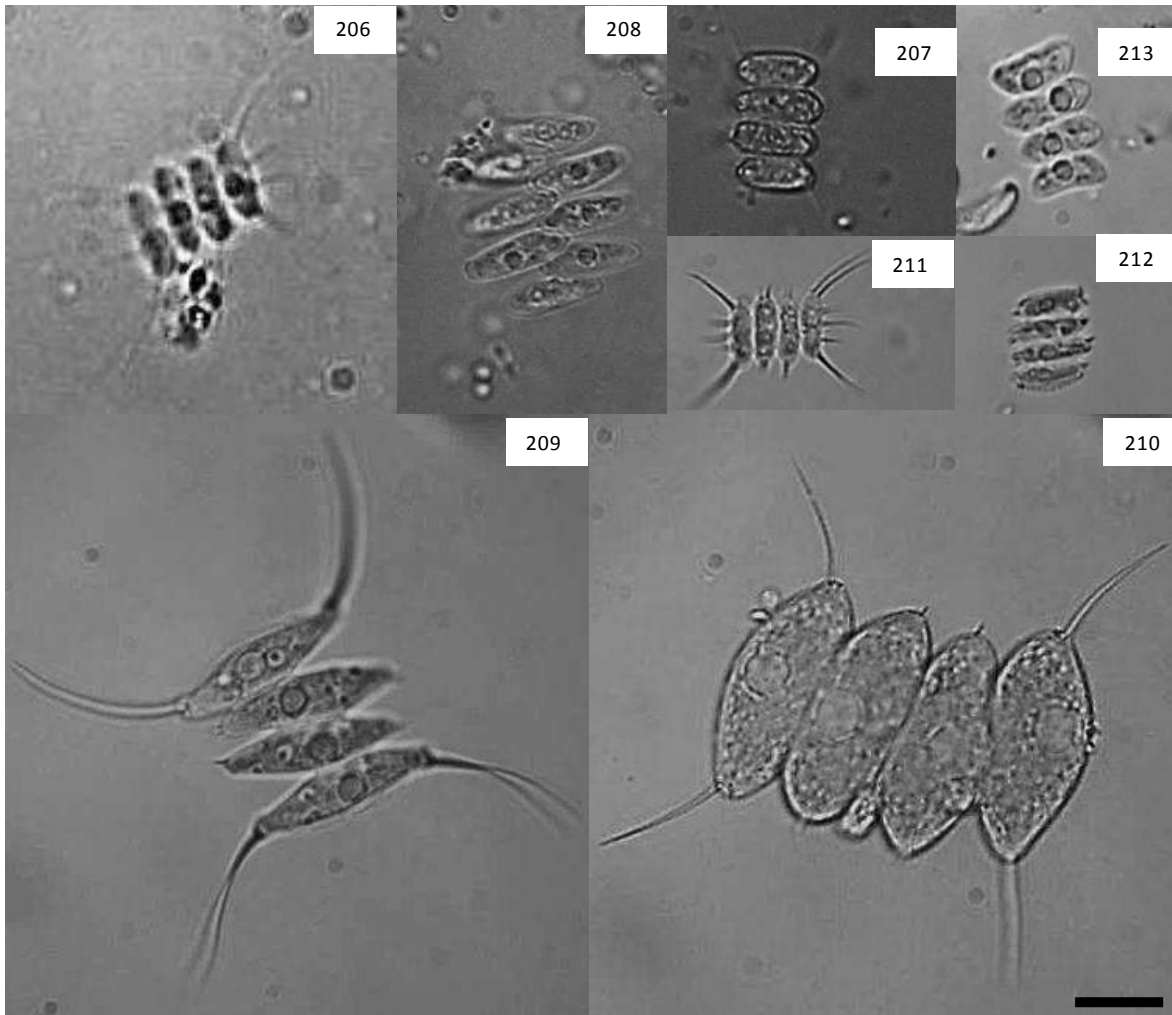
Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. Asociado a depósitos de agua, algunas veces muy abundante y en la grava y arena de los lagos (Hindák 1990).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a condiciones de menor conductividad eléctrica, alcalinidad y aguas con mínima a moderada transparencia, con niveles intermedios de fósforo, aguas moderadamente duras, salinas y niveles intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, pH muy básicos, con niveles elevados de nitratos, oxígeno y amonio y con temperaturas cálidas.

LÁMINA XXIII

<i>Desmodesmus subspicatus</i>	206-212
<i>Desmodesmus communis</i>	207
<i>Comasiella arcuata</i> var. <i>platydisca</i>	208
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	209
<i>Scenedesmus velitaris</i>	210
<i>Desmodesmus serratus</i>	211
<i>Scenedesmus ellipticus</i>	213

LÁMINA XXIII



10µm

Coelastrum microporum Nägeli in A. Braun 1855. Lámina 24, figura 214.

Cenobio esférico. Células esféricas o ligeramente ovoides, polos cónico-redondeados, conectadas desde la pared, con pequeños espacios intercelulares, triangulares o rectangulares. Pared lisa.

Dimensiones: Célula de 4.66 μ m de diámetro, 7.14 μ m de ancho. Cenobio es de 21.91 μ m, con 11 células.

Hábitat: Planctónico. Cosmopolita. Frecuente en zonas templadas, en sistemas desde oligotróficos a mesotróficos. Común en verano y abundante en abril y mayo (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a condiciones de menor conductividad eléctrica, alcalinidad y aguas con mínima a moderada transparencia, con niveles intermedios de fósforo, aguas moderadamente duras, salinas y niveles intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, pH muy básicos, con niveles elevados de nitratos, oxígeno y amonio y con temperaturas cálidas.

Dimorphococcus lunatus A. Braun 1855. Lámina 24, figura 215.

Cenobio de ocho células, convexas, reniformes, unidos desde el centro por filamentos de mucilago. Cloroplastos solitarios, parietales con un pirenoide.

Dimensiones: célula 16.59 μ m de largo, 6.18 μ m de ancho. Colonia de 63.47 μ m de diámetro.

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. Asociado pequeñas lagunas montañosas, probablemente indicadora de aguas ácidas (Comas 1996; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Oedogonium sp. Link ex Hirn, 1900. Lámina 24, figura 216.

Organismo multicelular. Con filamentos no ramificados. Células cilíndricas, anillos en la base y ligeramente redondeadas en los polos.

Dimensiones: Célula de 31.67 μ m de largo, 13.67 μ m de ancho.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Oedogonium capillare Kützing ex Hirn 1900. Lámina 24, figura 217.

Organismo multicelular, dioico. Un oogonio, célula vegetativa más amplia en diámetro. Células ligeramente cilíndricas. Oosporas con pared lisa. Anteridios con 1 o 4 células vegetativas. Dos espermatozoides. Célula basal alargada, célula terminal obtusa.

Dimensiones: Célula de 106.34 μ m largo y el ancho de 40.48 μ m. Reproductor de 77.29 de largo y de 42.09 de ancho

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Oedogonium plusiosporum Wittrock ex Hirn 1900. Lámina 23, figura 218.

Organismo multicelular, monoico, un oogonio subgloboso o elipsoidal, con un poro en la parte media. Oospora ligeramente globosa. Anteridio con 6 series de esporas. Célula terminal obtusa.

Dimensiones: Célula de 42.67 μ m largo y el ancho de 9.08 μ m. Reproductor de 24.62 μ m de largo y de 31.29 μ m de ancho.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Stigeoclonium farctum Berthold 1878. Lámina 24, figura 219.

Filamentos delgados, cortos o largos. Células largas y cilíndricas y la de los ápices redondeados atenuados. Paredes ligeramente convexas, la parte transversal constreñida.

Dimensiones: Célula de 6.32 μ m de largo, 3.45 μ m de ancho.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Stigeoclonium tenue (C. Agardh) Kützing 1843. Lámina 24, figura 220.

Filamentos delgados, alargados, ramificación opuesta o alterna, convirtiéndose en setas. Células largas y cilíndricas. Paredes ligeramente convexas, las transversales constreñidas.

Dimensiones: Célula de 17.27 μ m largo y el ancho de 7.28 μ m.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Lemmermannia triangularis (Chodat) C.Bock & Krienitz in C.Bock *et al.* 2013. Lámina 24, figura 221.

Cenobios más o menos romboidales. Células ligeramente triangulares, cóncavas en el margen sin espinas. Pirenoide presente.

Dimensiones: Célula de 5.19 μ m de largo y 4.79 μ m de ancho.

Ecología: Planctónico. Probablemente cosmopolita, ampliamente distribuido en lagos o estanques y ríos con flujo lento (Komarek 1983; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a ambientes con menores niveles de nitratos y oxígeno disuelto, en aguas ligeramente básicas, en niveles mínimos a máximos de conductividad eléctrica, dureza, y alcalinidad, así también en concentraciones moderadas de fósforo, y elevado contenido de salinidad y demanda bioquímica de oxígeno.

Tetrastrum staurogeniiforme (Schröder) Lemmermann 1900. Lámina 24, figura 222.

Cenobio con arreglo de cuatro células planas, con ejes de simetría, de forma rómbica. Células ligeramente triangulares, contornos redondeados, unidas fuertemente sin espacio

entre célula, con cerdas unas más larga que otras en el ápice cada célula, cloroplasto con pared gruesa, pirenoide bien diferenciado.

Dimensiones: Célula de 3.96 μm de largo y de 4.62 μm de ancho, mientras que el tamaño del cenobio fue de 9.9 μm de largo y de 8.58 μm ancho.

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. Asociado a ríos con flujo lento, estanques y lagos (Komarek 1983; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Kirchneriella diana (Bohlin) Comas Gonzalez 1980. Lámina 24, figura 223.

Colonia con arreglos irregulares, envueltos en un mucilago incoloro. Células marcadamente lunares, convexas, fusiformes, curvadas y con ápices agudos.

Dimensiones: Célula de 6.6 μm de largo y de 3.3 μm de ancho.

Hábitat: Planctónico y perifítico. De ambientes tropicales y eutróficos (Comas 1996).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Kirchneriella obesa (West) West & G.S. West 1894. Lámina 24, figura 224.

Colonias ligeramente redondeadas, arreglos de 4 a 6 células. Células casi circulares, concavidad casi en media luna, ápices redondeados o puntiagudos.

Dimensiones: Célula de 5.28 μm de largo y de 2.64 μm de ancho.

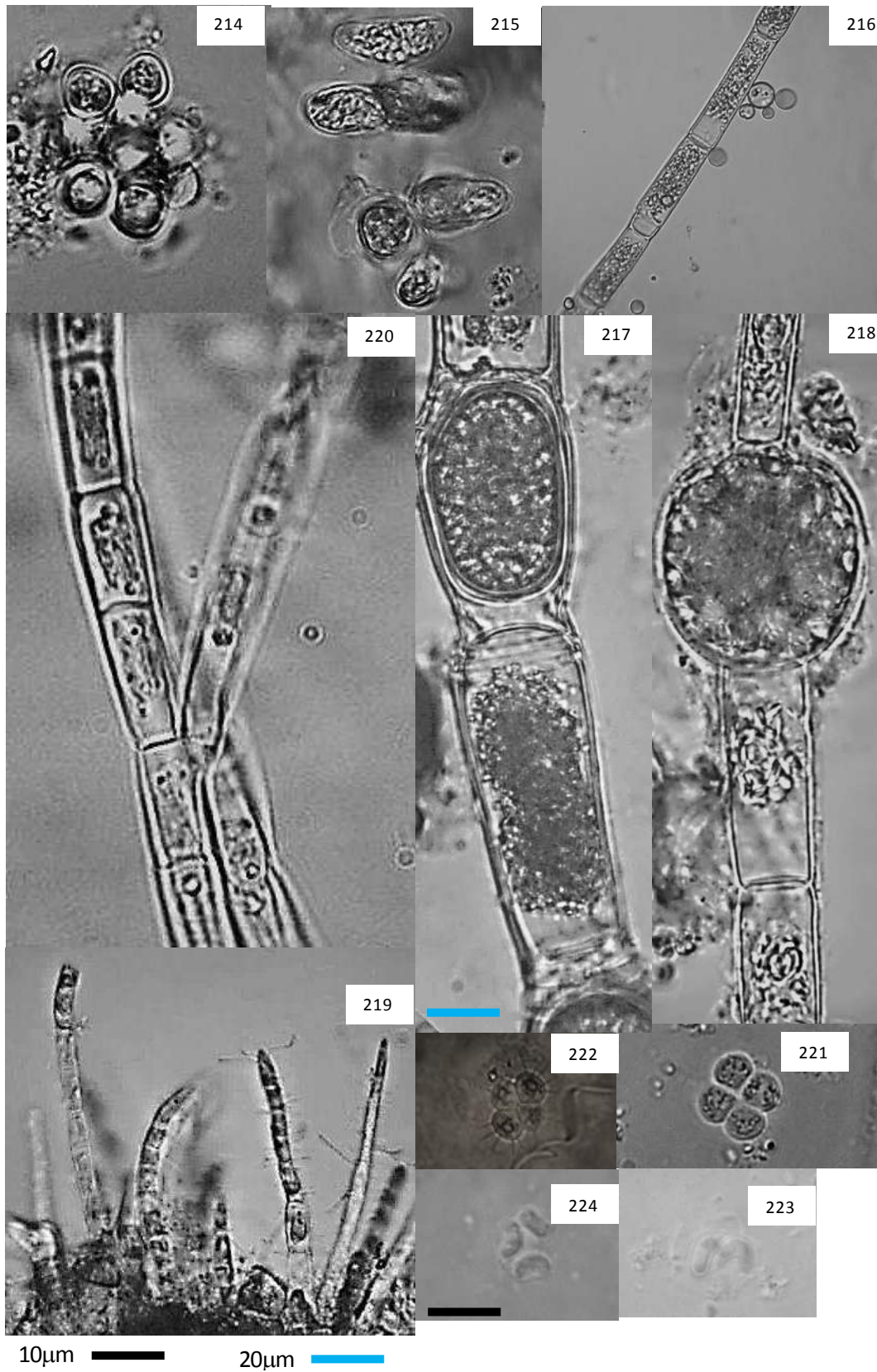
Hábitat: Planctónico y perifítico. Cosmopolita. Habita estuarios eutróficos, estanques y lagos. Escaso en el plancton durante verano (Comas 1996; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

LÁMINA XXIV

<i>Coelastrum microporum</i>	214
<i>Dimorphococcus lunatus</i>	215
<i>Oedogonium</i> sp.	216
<i>Oedogonium capillare</i>	217
<i>Oedogonium plusiosporum</i>	218
<i>Stigeoclonium farctum</i>	219
<i>Stigeoclonium tenue</i>	220
<i>Lemmermannia triangularis</i>	221
<i>Tetrastrum staurogeniiforme</i>	222
<i>Kirchneriella diana</i>	223
<i>Kirchneriella obesa</i>	224

LÁMINA XXIV



TREBOUXIOPHYCEAE

Oocystis solitaria Wittrock in Wittrock & Nordstedt 1879. Lámina 25, figura 225.

Células solitarias o en cenobios con arreglos de 2 a 8 células, bien empaquetados, pero con espacios amplios entre células. Células ovoides u elipsoidales, con polos conspicuos. Numerosos cloroplastos, situados parietalmente, discoides o poligonales.

Dimensiones: Célula de 9.35µm de largo, 4.80µm de ancho.

Hábitat: Planctónico o perifítico. Probablemente cosmopolita. Asociado a macrofitas acuáticas, con frecuencia en cuerpos de agua con pH ácido (pantanos, lagos charcos de turba) (Prescott 1961; Comas 1996; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a aguas con mínimos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad, moderada demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente cálidas.

Oocystis lacustris Chodat 1897. Lámina 25, figura 226.

Colonias de 4 células. Células elípticas, fusiformes, envueltas en un mucílago incoloro. Poseen dos cloroplastos parietales, un pirenoide en cada uno.

Dimensiones: Célula de 7.14µm de largo, 3.40µm de ancho.

Ecología: Planctónico y perifítico. Probablemente cosmopolita. En aguas mesotróficas y blandas (Prescott 1961; Comas 1996; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a condiciones de menor conductividad eléctrica, alcalinidad y aguas con mínima a moderada transparencia, con niveles intermedios de fósforo, aguas moderadamente duras, salinas y niveles intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, pH muy básicos, con niveles elevados de nitratos, oxígeno y amonio y con temperaturas cálidas.

Oocystis natans (Lemmermann) Lemmermann 1908. Lámina 25, figura 227.

Cenobios en arreglos de 2 a 16 células. Células ovoides, con cloroplastos ligeramente curvos, sin engrosamiento de la pared apical. Células en contacto con la pared celular de la madre. Mucilago hialino.

Dimensiones: Célula de 18.86µm de largo, 10.06µm de ancho.

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. En lagos altamente productivos. (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a condiciones de menor conductividad eléctrica, alcalinidad y aguas con mínima a moderada transparencia, con niveles intermedios de fósforo, aguas moderadamente duras, salinas y niveles intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, pH muy básicos, con niveles elevados de nitratos, oxígeno y amonio y con temperaturas cálidas.

Oocystis borgei J.W. Snow 1903. Lámina 25, figura 228

Células solitarias o en cenobios hialinos de 2, 4 u 8 células bien empaquetadas. Células elípticas, terminaciones redondeadas, sin engrosamientos en los polos. De 1 a 4 cloroplastos en forma de lámina, con un solo pirenóide.

Dimensiones: Célula de 18.97µm de largo y 15.16 de ancho.

Hábitat: Planctónico y perifítico. Probablemente cosmopolita, en estanques, ríos, cuencas de inundación, en lagos con aguas blandas y sobre algas filamentosas (Prescott 1961; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a aguas poco alcalinas, salinas y menores niveles de nitratos, con ligera dureza, transparencia y con un pH moderadamente básico.

Dictyosphaerium ehrenbergianum Nägeli 1849. Lámina 25, figura 229.

Colonias con arreglos de células esféricas y ovoides, unidas con un filamento ramificado. Cloroplastos en forma de copa.

Dimensiones: Célula de 5.41µm de largo, 2.43µm de ancho.

Hábitat: Planctónico y perifítico. Probablemente cosmopolita. Asociado a condiciones de moderada concentración de nutrientes (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a condiciones de menor conductividad eléctrica, alcalinidad y aguas con mínima a moderada transparencia, con niveles intermedios de fósforo, aguas moderadamente duras, salinas y niveles intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, pH muy básicos, con niveles elevados de nitratos, oxígeno, amonio y con temperaturas cálidas.

Micractinium quadrisetum (Lemmermann) G.M. Smith 1916. Lámina 25, figura 230.

Cenobio plano, algunas veces tetraédrica con pequeños espacios centrales en los grupos de células, sin mucilago. Células ovoides o poligonales. Con 4 setas ligeramente anchas en la base.

Dimensiones: Célula de 5.59 μ m de diámetro. Seta de 16 μ m de largo.

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. En ríos, embalses, lagunas o estanques temporales (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de baja concentración de fósforo, conductividad eléctrica, aguas poco duras, así como a temperaturas cálidas, con moderada a elevada transparencia, y pH altamente básicos.

Micractinium pusillum var. *elegans* G.M. Smith. Lámina 25, figura 231.

Colonias en arreglos de 4 a 16 células o solitarias. Células esféricas, hialinas de 5 a 7 setas expuestas sobre la pared.

Dimensiones: Células de 10.16 μ m de diámetro. Setas de 20.68 μ m de largo.

Hábitat: Planctónico (Morgan 1920).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de menor concentración de fósforo, conductividad eléctrica, aguas poco duras, así como a temperaturas cálidas, con moderada a elevada transparencia, y pH muy básicos.

Actinastrum hantzschii Lagerheim 1882. Lámina 25, figura 232.

Cenobios con arreglos de 4 u 8 células. Células de forma cilíndrica desde la base, gradualmente atenuadas y ápices redondeados. Cloroplastos con un pirenoide.

Dimensiones: Célula de 9.17 μ m el largo, 2.10 μ m de alto.

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. En ríos y algunos lagos enriquecidos con nutrientes, nunca abundante (Comas 1996; y John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Actinastrum hantzschii var. *subtile* J. Woloszynska 1911. Lámina 25, figura 233.

Células alargadas, cuneiformes más o menos rectas, polos libres, redondeados.

Dimensiones: Célula de 11.72µm el largo, 2.55µm de ancho.

Hábitat: Probablemente cosmopolita. En sistemas acuáticos eutróficos y mesosapróbicos en lagunas de oxidación (Comas 1996).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a condiciones de baja conductividad eléctrica, alcalinidad y aguas con baja a moderada transparencia, con fósforo ligeramente bajos, aguas moderadamente duras, salinas y niveles intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, pH altamente básico, con niveles elevados de nitratos, oxígeno y amonio y con temperaturas cálidas.

Didymogenes anomala (G.M. Smith) Hindák 1974. Lámina 25, figura 234.

Cenobios con arreglos de 4 células. Célula cilíndrica, ligeramente curvada, polos redondeados con 2 o 3 espinas. Paredes lisas.

Dimensiones: célula de 9.80µm largo y el ancho de 3.33µm. Espina de 19.48µm de largo.

Hábitat: Planctónico y perifítico. Probablemente cosmopolita. Asociado a lagos, estanques, ríos y pantanos (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de menor concentración de fósforo, conductividad eléctrica, aguas poco duras, así como a temperaturas cálidas, con moderada a elevada transparencia, y pH muy básicos.

Lagerheimia subsalsa Lemmermann 1898. Lámina 25, figura 235.

Células ovoides u elipsoidales, con polos redondeados. Espinas atenuadas gradualmente hasta el ápice. Espinas en forma de agujas, rectas o ligeramente curvadas, unas más largas que otras.

Dimensiones: Célula de 7.18µm el largo, 3.34µm de alto. Espina de 7.15µm de largo

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita. En ríos y lagos (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Crucigenia tetrapedia (Kirchner) Kuntze 1898. Lámina 25, figura 236.

Cenobios cuadrados, con pequeños espacios en las células internas. Células con lados rectos, ligeramente cóncavos y con extremos redondeados.

Dimensiones: Célula de 8.58 μ m de largo y 7.92 μ m de ancho.

Hábitat: Planctónico. Probablemente cosmopolita, ampliamente distribuido sobre todo en los meses de verano, en piscinas, en los grandes lagos y ríos con flujo lento (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Crucigenia fenestrata (Schmidle) Schmidle 1900. Lámina 25, figura 237.

Cenobio de forma cuadrada. Arreglo celular tangencial. Células trapezoidales, rectas o ligeramente cóncavas. Cloroplasto pequeño.

Dimensiones: Célula de 3.48 μ m de diámetro. Cenobio de 12 μ m de diámetro.

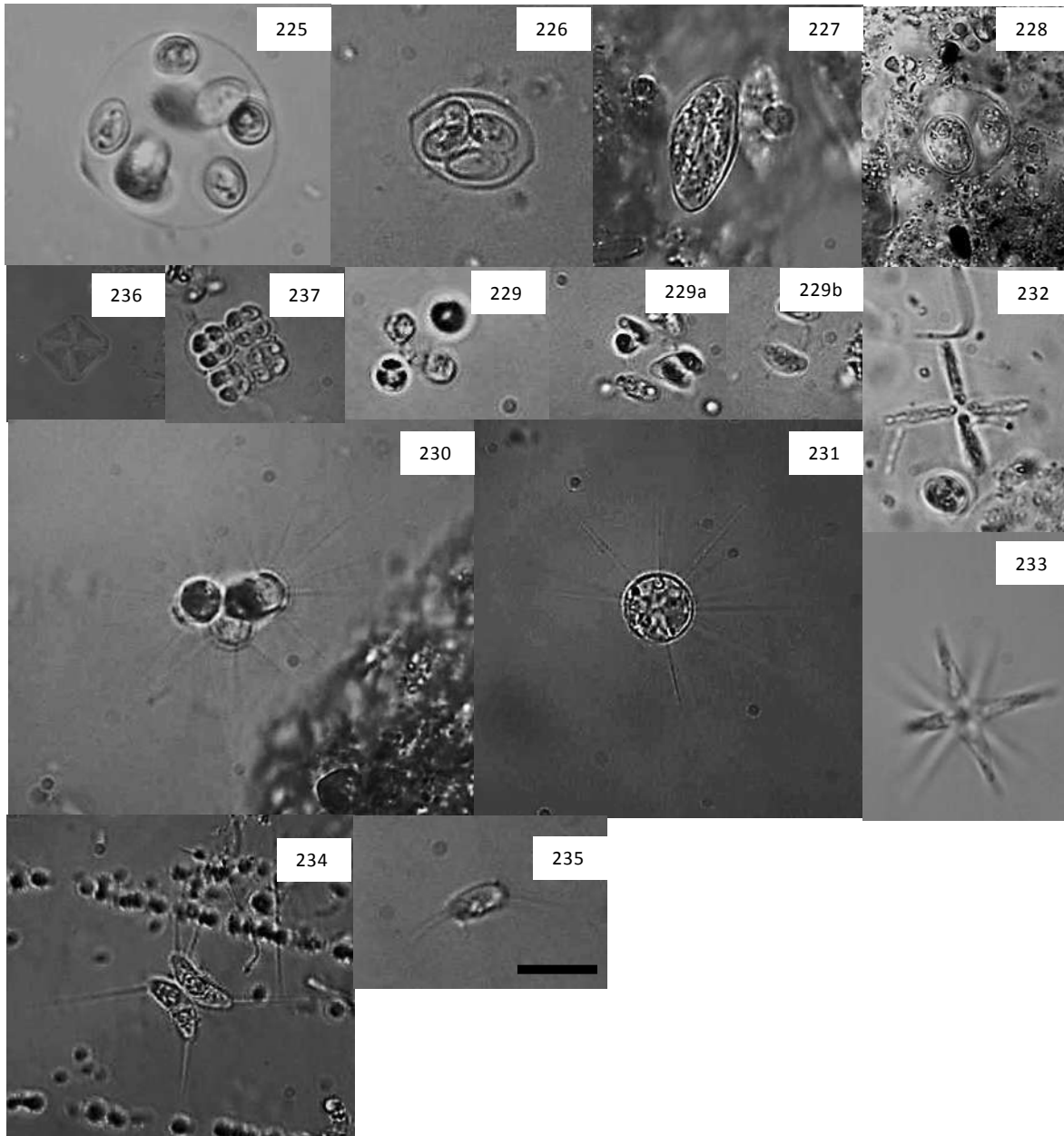
Hábitat: Planctónico. De ambientes eutróficos (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

LÁMINA XXV

<i>Oocystis solitaria</i>	225
<i>Oocystis lacustris</i>	226
<i>Oocystis natans</i>	227
<i>Oocystis borgei</i>	228
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	229
<i>Micractinium quadrisetum</i>	230
<i>Micractinium pusillum</i> var. <i>elegans</i>	231
<i>Actinastrum hantzschii</i>	232
<i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>subtile</i>	233
<i>Didymogenes anomala</i>	234
<i>Lagerheimia subsalsa</i>	235
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	236
<i>Crucigenia fenestrata</i>	237

LÁMINA XXV



10µm

CONJUGATOPHYCEAE

Pleurotaenium trabecula Nägeli 1849. Lámina 26. Figura 238.

Células sub cilíndricas. Semicélulas lisas, con lados ligeramente convexos, atenuados gradualmente y ápices truncados. Poros dispersos en los polos. Cloroplastos lineares parietales con numerosos pirenoides.

Dimensiones: Célula de 696.25µm de largo, 49.05µm de ancho. Ápices de 17.78µm.

Hábitat: Tolerante a ambientes ácidos con pH de 4.5-5.5 y alcalinos sobre otras algas con pH de 8-8.5, principalmente en piscinas y pantanos ácidos, lagunas alcalinas, en lagos con moderada a altas concentraciones de nutrientes (Soto 2014).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a aguas poco alcalinas, salinas y mínimos niveles de nitratos, con ligera dureza, transparencia y moderadamente básico.

Closterium acerosum Ehrenberg ex Ralfs 1848. Lámina 25, figura 239.

Célula con margen exterior ligeramente curvado paralelo con el interior, ligeramente cóncavo. Ligeramente atenuado hacia los ápices. Cloroplastos crenulados, longitudinales, cada uno con series de 10 pirenoides. Paredes incoloras, bandas en la parte central ausente. Polos con vacuolas esféricas.

Dimensiones: Célula de 300.21µm de largo, 45.22µm de ancho.

Hábitat: Cosmopolita. Ampliamente distribuido. Frecuente en ambientes neutros o alcalinos y en aguas ricas en nutrientes, en ambientes someros, en charcas temporales, en aguas ligeramente ácidas con un pH de 6 a 9, asociado a macrófitas, ríos alcalinos, en la superficie y piscinas en desecación (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Closterium praelongum var. *brevius* (Nordstedt) Willi Krieger 1935. Lámina 26, figura 240 y 241.

Células alargadas, ligeramente convexas, atenuadas gradualmente hacia los polos. Ápices obtusos, truncados o redondeados. Pared lisa e incolora. Cloroplastos con arreglo de 10 a 12 pirenoides. Vacuolas en los polos.

Dimensiones: Célula de 551.94µm de largo, 21.03µm de ancho.

Hábitat: Cosmopolita. Asociado a diversos hábitats, con frecuencia en aguas de ácidas a neutras con pH de 6.5 a 7 y en sistemas como moderada concentración nutrimental (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Closterium leibleinii Kützing ex Ralfs 1848. Lámina 26, figura 242.

Célula con márgenes muy curvos. Laterales fuertemente cóncavos a excepción de la zona central. Atenuado gradualmente hacia los polos. Ápices redondeados. Con diminutos poros antes del ápice. Cloroplastos con dos crestas longitudinales muy visibles con arreglos de 25 pirenoides. Paredes lisas. Vacuolas en las partes terminales de la célula.

Dimensiones: Célula de 105.74µm y de 15.88µm de ancho.

Hábitat: Cosmopolita. Muy frecuentemente en ambientes neutro-alcalinos con pH de 6.5-8.5, o bien en hábitats ácidos de pH de 4.5. Ampliamente distribuido, en estanques pequeños o piscinas ornamentales (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Closterium venus Kützing ex Ralfs 1848. Lámina 26, figura 243.

Células fuertemente curvadas, márgenes laterales con arcos de 130 a 170°, estrechos desde el centro, atenuados. Ápices agudos y redondeados con un poro sub apical en el

margen dorsal. Cloroplastos longitudinales con 1 o dos crestas, cada uno con 1 o 2 pirenoides. Pared incolora. Vacuolas en la región terminal de la célula.

Dimensiones: Célula de 73.74 μm y de 6.45 μm de ancho.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, afín a condiciones de menor conductividad eléctrica, alcalinidad y aguas con mínima a moderada transparencia, con niveles intermedios de fósforo, aguas moderadamente duras, salinas y niveles intermedios de demanda bioquímica de oxígeno, pH muy básicos, con niveles elevados de nitratos, oxígeno, amonio y con temperaturas cálidas.

Mougeotia sp. Agardh 1824. Lámina 26, figura 244.

Organismo con arreglos celulares en filamentos, solitarios. Células cilíndricas, más largas que anchas. Cloroplastos en forma de cintas y numerosos pirenoides.

Dimensiones: Célula de 214.11 μm largo y 33.90 μm de ancho.

Hábitat: Perifítico. Cosmopolita. Regularmente en el litoral de pequeños estanques, lagos, en pequeños arroyos y zanjas, normalmente como racimos de filamentos alrededor de las macrófitas o podrían ser arrastrados en el plancton de lagos grandes, en donde se encuentran en filamentos torcidos o enrollados (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Spirogyra sp. Link, 1820.

Organismo con arreglos celulares en filamentos, solitarios. Células cilíndricas, más anchas que largas. Cloroplasto parietal, en forma de espiral y numerosos pirenoides.

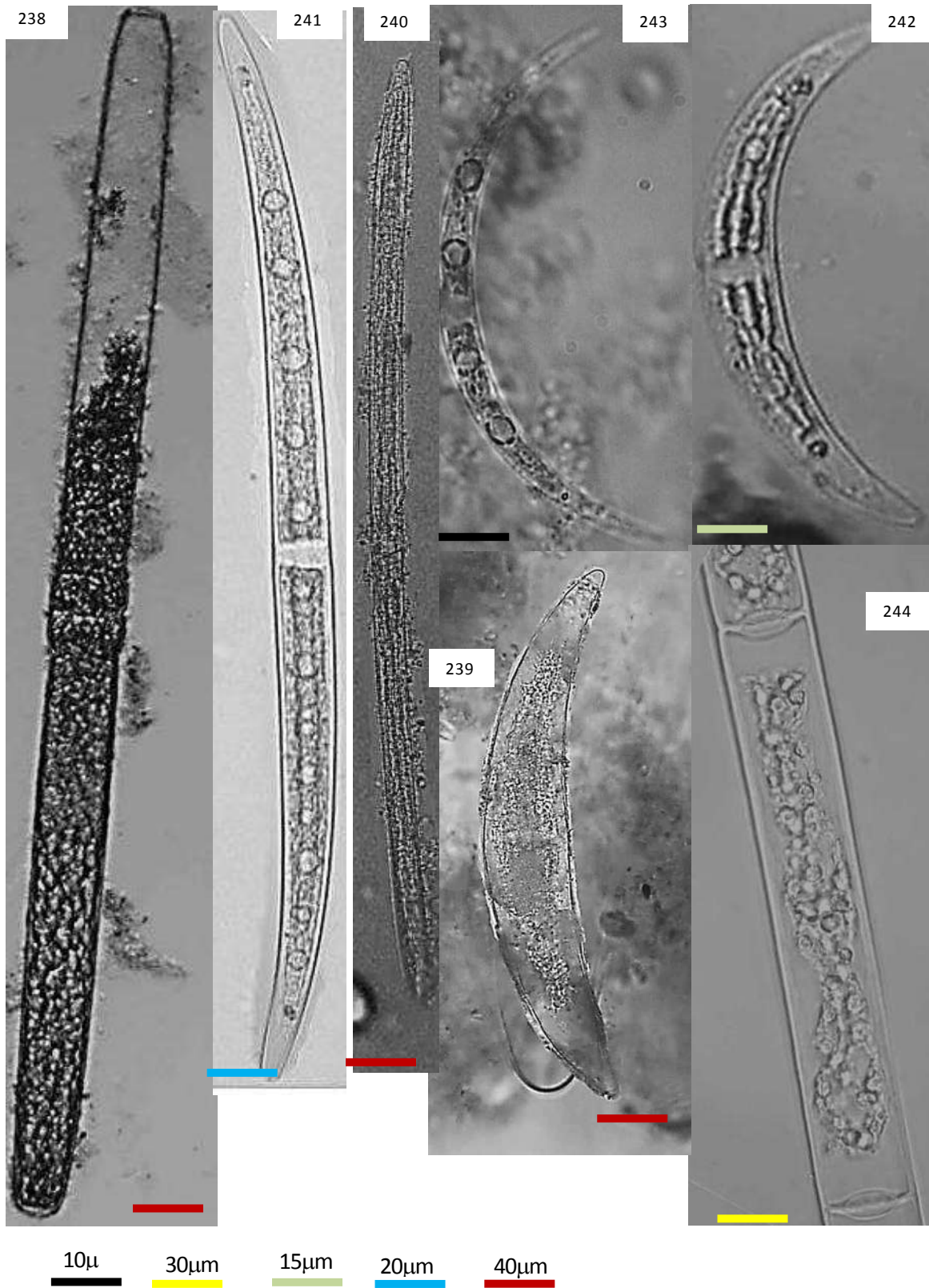
Hábitat: Cosmopolita. Asociado a sistemas como estanques, en piscinas, zanjas y ríos de flujo ligero. Abundante en primavera y algunas veces poco denso en verano, reapareciendo en el otoño tardío y algunas veces a principios del invierno. Influenciada por condiciones de aguas ligeramente ácidas, con alto contenido de material orgánico (John 2002).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie perifítica, asociada a aguas poco alcalinas, salinas y mínimos niveles de nitratos, con ligera dureza, transparencia y moderadamente básico.

LÁMINA XXVI

<i>Pleurotaenium trabecula</i>	238
<i>Closterium acerosum</i>	239
<i>Closterium praelongum</i> var. <i>brevius</i>	240- 241
<i>Closterium leibleinii</i>	242
<i>Closterium venus</i>	243
<i>Mougeotia</i> sp.	244

LÁMINA XXVI



CONJUGATOPHYCEAE

Staurastrum leptocladum var. *elegans* G.S.West 1914. Lámina 27, figura 246.

Célula con procesos hacia arriba, con ondulaciones, ápice de brazos con tres dientes. Diminutas espinas en la base de los procesos. Margen con ondulaciones.

Dimensiones: Célula de 28.15µm largo sin procesos, 62.29µm de ancho, itsmo de 7.89µm.

Hábitat: Asociado a ambientes con transparencia de 0.5-1.2 m, temperaturas altas de 29.2-30.4, pH moderadamente alcalino de 8-8.4 y DBO5 de 3.68-6.28 mg/L (Soto 2014).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

Cosmarium granatum var. *subgranatum* Nordstedt 1878. Lámina 27, figura 247.

Célula ligeramente romboidal a elipsoidal. Semicélulas en forma triangular, truncadas en el ápice, márgenes laterales casi paralelas, periferia crenulada. Sinus estrecho lineal, ligeramente dilatado en el interior.

Dimensiones: Célula de 15.12µm largo sin procesos y 21.63µm de ancho, con un itsmo de 6.38µm

Hábitat: Asociado a ambientes con una dureza de 163.9-226.8 mg/L, pH de 7.7-8, conductividad eléctrica de 449.2-561.5µS/cm, temperatura del agua de 26.8-28 °C y una bioquímica de oxígeno de 9.96-13.1 mg/L y transparencia de 2.7-3.5 m (Soto 2014).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, asociada a condiciones de menor concentración de fósforo, conductividad eléctrica, aguas poco duras, así como a temperaturas cálidas, con moderada a elevada transparencia, y pH muy básicos.

Haplotaenium minutum (Ralfs) Bando 1988. Lámina 27, figura 248.

Células medianas, ligeramente constreñidas, subcilíndrico, atenuadas gradualmente hacia los ápices. Bases de las semicelulas no infladas, ápices truncados, redondeados. Itsmo amplio. Pared celular punteada o lisa. Cloroplasto axial con arreglos de 6 pirenoides ordenados axialmente.

Dimensiones: Célula de 271.03µm de largo, 13.18µm de ancho.

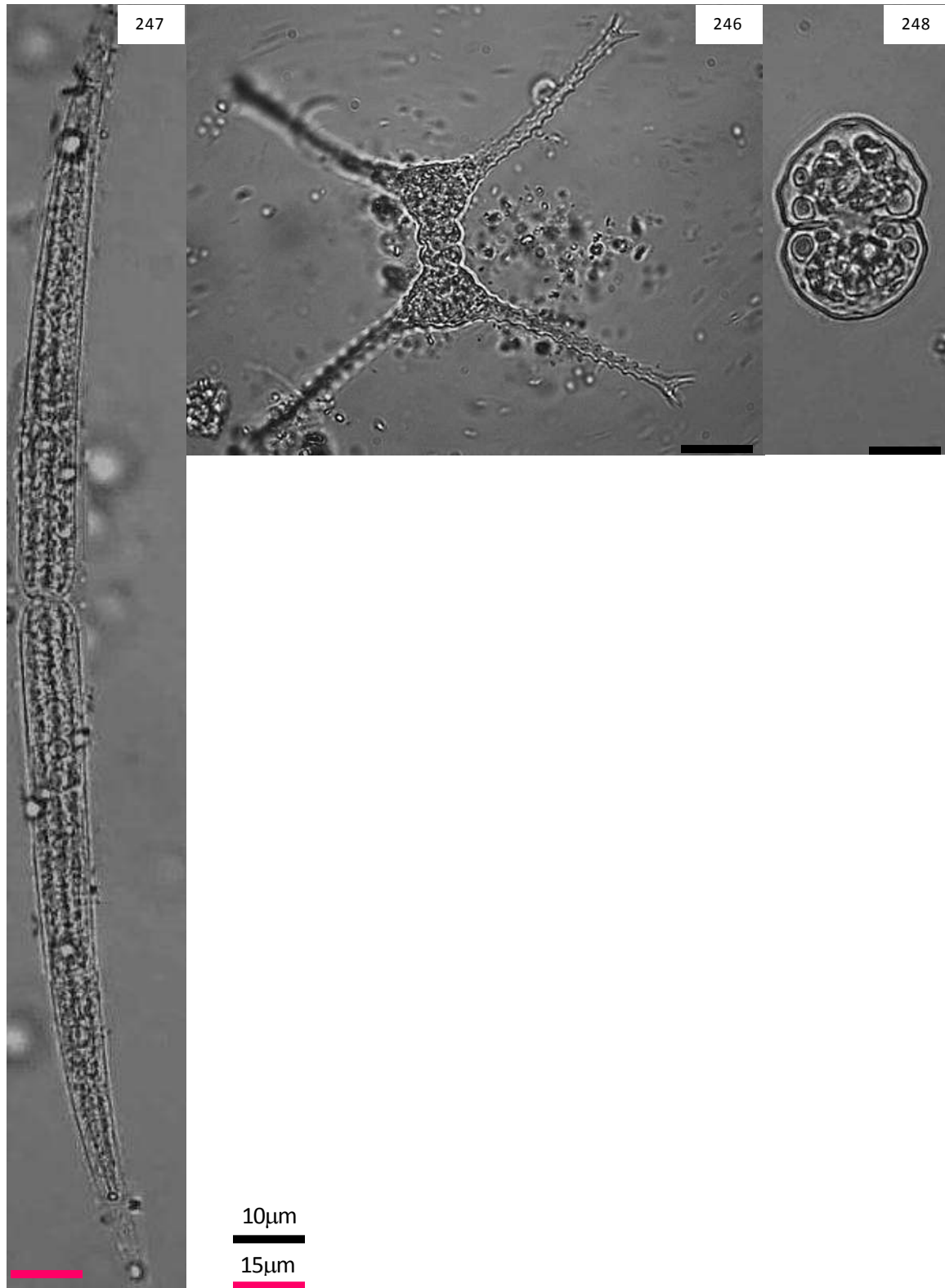
Hábitat: Cosmopolita. Asociado a ambientes ácidos (pH 4 a 6.5), con frecuencia en piscinas, en pantanos ácidos.

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

LÁMINA XXVII

<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>elegans</i>	246
<i>Cosmarium granatum</i>	247
<i>Haplotaenium minutum</i>	248

LÁMINA XXVII



KLEBSORMIDIOPHYCEAE

Elakatothrix viridis (J.W. Snow) Printz 1914. Lámina 28, figura 249.

Colonia elipsoidal, libre flotante. Vaina gelatinosa bien definida. Células ovales o fusiformes, ápices atenuados.

Dimensiones: Célula de 10.33 μ m de largo, 2.74 μ m de ancho. Colonia de 40.66 de largo y 7.77 μ m de ancho.

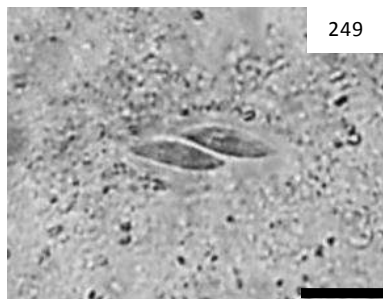
Hábitat: Planctónico y perifítico. De rara distribución (Prescott 1961).

Afinidad ambiental en el presente estudio: especie planctónica, distribuida en ambientes con niveles mínimos de nitratos y conductividad eléctrica, con moderado contenido de oxígeno y ligera demanda bioquímica de oxígeno, aguas con poca a elevada transparencia y con temperaturas ligeramente frías a cálidas.

LÁMINA XXVIII

Elakatothrix viridis

249

LÁMINA XXVIII

10 μ m

7.3 Capítulo 1

Recent ecological history of Cuitzeo Lake as recorded by the temporal and spatial variation of periphytic and planktonic microflora

Historia reciente de la ecología del Lago de Cuitzeo, registrada por la variación temporal y espacial de la microflora perifítica y planctónica.

RESUMEN

Existen numerosos estudios realizados en el lago de Cuitzeo basados en el comportamiento y cambios en las comunidades biológicas, como en el caso de la microflora. El presente estudio evalúa la variación ecológica del ecosistema con base en los cambios espacio-temporales de las microalgas. Se realizaron salidas al campo durante el 2012 (agosto-diciembre), 2013 (junio-octubre) y 2014 (diciembre), se tomaron muestras del perifiton (cepillos de cerdas suaves) y del plancton (red cónica de arrastre) en siete sitios, depositándolas en frascos de 250 mL, fijadas con formol al 4%. Se identificaron 251 especies, distribuidas en 12 clases, Bacillariophyceae encabezó la riqueza. La fluctuación espacio-temporal de las microalgas, registró la mayor riqueza y frecuencia de tipo exclusiva en el vaso este en todo el periodo de estudio. Se identificaron 8 especies persistentes desde el Holoceno y 52 nuevos registros en el lago. Se concluye que las condiciones actuales de cada vaso difieren a las reportadas en contribuciones anteriores, ya que tanto en el pasado y en el presente, la microflora indicó que la sección oeste y central han presentado valores de pH por arriba de los 8.5, elevada turbidez, favorecida por la baja profundidad, que incrementa el contenido de material orgánico, indicando que ambos vasos presentan fuerte eutrificación tendientes a la hipertrofia. Mientras que el vaso este, alberga especies indicadoras de ambientes dulceacuícolas, por poseer una columna del agua persistente, en la categoría de eutrofia avanzada.

Palabras clave: *Perifiton, plancton, ecología, lago tectónico-volcánico*

Recent ecological history of Cuitzeo Lake as recorded by the temporal and spatial variation of periphytic and planktonic microflora

SUMMARY

There are numerous studies in Cuitzeo lake, based on behavior and changes in biological communities, as in the case of microflora. This study assesses the ecosystem ecological variation based on spatial-temporal changes in microalgae. Field trips were made in 2012 (August to December), 2013 (June-October) and 2014 (December), samples of periphyton (soft bristle brushes) and plankton (conical net) were taken at seven sites, depositing them in bottles of 250 mL, fixed with 4% formalin. 251 species were identified, distributed in 12 classes, headed by Bacillariophyceae. The spatio-temporal fluctuation of microalgae, recorded the greatest richness and frequency of kind exclusively in east zone throughout the study period. Eight persistent species were identified from the Holocene and 52 new records in the lake. It is concluded that the current conditions of each water beaker differ from those reported in previous contributions, since both past and present, the microflora show that the west and center zone, presented pH values above 8.5, high turbidity, favored by the shallow depth, which increases the content of organic material, indicating that both sections have strong eutrophication tending to hypertrophy. While the east zone presents indicator species of freshwater environments, for have a persistent water column, in the category of advanced eutrophication.

Keywords: periphyton, plankton, ecology, tectonic-volcanic lake

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista limnológico Cuitzeo es uno de los lagos más estudiados del centro de México (Israde y Garduño, 1999; Israde et al., 2002 e Israde *et al.*, 2010). El registro de su evolución trófica data del Neogeno, Pleistoceno, Holoceno, y monitoreos continuos de 1980 al 2008 (Israde *et al.*, 2002; Israde *et al.*, 2010).

Aunado a lo anterior en el lago se han realizado diversas investigaciones relacionadas con su origen geológico, las variaciones hídricas en diversos escenarios climáticos, los contaminantes disueltos en la columna del agua, el manejo de la cuenca hidrográfica, las perturbaciones por el crecimiento demográfico y la introducción de especies exóticas (Carlón y Mendoza 2007; Soto *et al.*, 1999; Rojas y Novelo 1995).

Las cuales permiten conocer el comportamiento y los cambios que permiten el desarrollo o bien el decrecimiento de diversas comunidades acuáticas como hidrófitas, peces, zooplancton, fitoplancton y perifiton (Alvarado *et al.*, 1984 y Ceballos *et al.*, 1994).

Con respecto a la microflora, las investigaciones se han centrado en caracterizaciones paleolimnológicas, que permiten establecer tendencias sobre los cambios que presenta el ecosistema, mientras que investigaciones recientes enfatizan en la ecología, la variación espacial y temporal de las comunidades del fitoplancton y el perifiton, como base para establecer un sistema de indicadores biológicos que permitan distinguir cambios en escalas de tiempo cortas (Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999; Israde et al., 2002; Ortega *et al.*, 2009; Israde *et al.*, 2010; Ortega *et al.*, 2010 y Ortega *et al.*, 2011).

La integración de la información generada sobre el ecosistema lacustre, ha permitido distinguir que los procesos físicoquímicos y biológicos en el lago de Cuitzeo están influenciados por la heterogeneidad de su topografía y composición iónica, por lo cual diversos autores han sugerido que el lago de Cuitzeo no funciona como un ecosistema en donde los procesos sean homólogos en todo el vaso de recepción, sino que presenta particularidades que permiten la diferenciación en tres vasos o zonas (Israde *et al.*, 2002).

El vaso oeste de condición oligohalina, el cual tiene una profundidad máxima de 20 cm, de condición hipereutrófica; el vaso central, con una profundidad máxima de 90 cm, de condición eutrófica, en el cual se acelera la desecación por la interrupción reciente del flujo de agua y el aumento de la carga de sólidos, mientras que el vaso este como el más profundo del sistema, registra una profundidad máxima de 100 cm, con un promedio de 25 cm, de condición eutrófica, en el cual convergen aguas residuales domésticas de dos afluentes perennes el Río Grande de Morelia y el río Zinapécuaro (Cram *et al.*, 2010).

Sin embargo a pesar de que existen varios estudios que analizan los cambios que han tenido lugar en el lago de Cuitzeo, no se ha efectuado una revisión integral que permita evaluar la historia ecológica reciente y los cambios trascendentes en el sistema acuático, por lo cual la presente investigación presenta datos relevantes a la evolución ecológica con una perspectiva espacio-temporal con base en el registro de condiciones ecológicas, recabadas por la microflora planctónica y adherida, con el objetivo de analizar los cambios temporales y espaciales en la actualidad y las diferencias con las condiciones ecológicas antiguas con base a la microflora actual y la del pasado.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El lago de Cuitzeo es un sistema tectónico-volcánico ubicado en la Región Volcánica de la Meseta Tarasca al norte del estado de Michoacán (Fig. 1.1), entre las coordenadas 19°53'15" N- 20°04'34" N y 100°50'20" O-101°19'34" O a 1880 msnm (Israde *et al.*, 2010).

Pertenece a la región Hidrológica No. 12 del Río Lerma-Chapala, su formación se remonta en la época del mioceno superior y es considerado un sistema polimítico, somero con una profundidad promedio de 0.26 m y una profundidad máxima de 1.0 m.

El vaso de recepción es amplio con una superficie de 420 km², presenta un clima de templado seco al templado húmedo (Alcocer y Hammer, 1998.). La flora acuática está constituida principalmente por plantas xerofitas, halofilas, *Typha* y *Sagittaria*, mientras que

la fauna está integrada por grupos como Goodeidae, Cyprinidae y Atherinidae, culebras y aves migratorias (Israde *et al.*, 2002 y Bravo *et al.*, 2012).

El lago, por su heterogeneidad espacial se ha dividido limnológicamente en tres zonas. Según Hurtado (2015), el vaso este posee una concentración promedio de 0.65 mg L^{-1} de fósforo y 46.41 mg L^{-1} de nitrógeno, mientras que en la sección central el nivel de fósforo promedio es de 1.16 mg L^{-1} y 45.78 mg L^{-1} de nitrógeno, finalmente en el vaso oeste los valores promedio de fósforo son de 3.09 mg L^{-1} y de nitrógeno 34.45 mg L^{-1} .

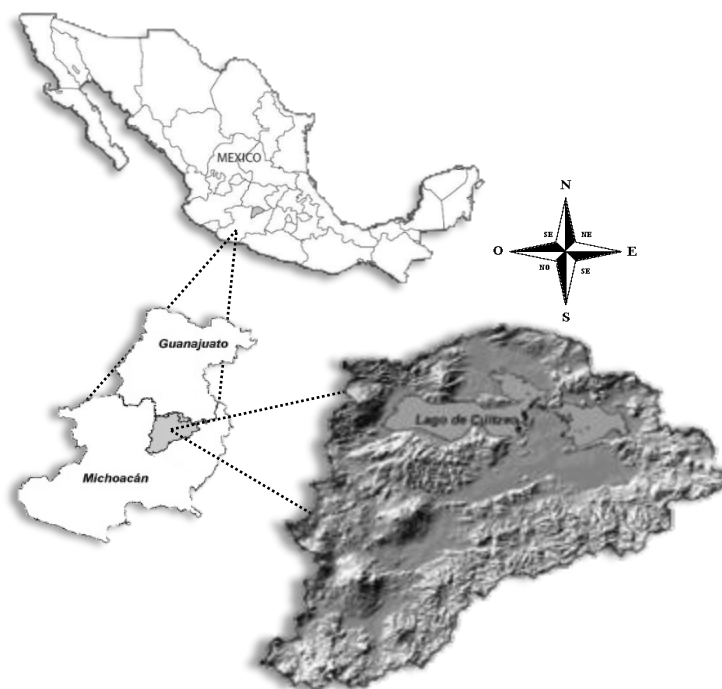


Figura 1. 1. Ubicación geográfica del Lago de Cuitzeo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La colecta del material biológico se basó en salidas al campo durante agosto-diciembre del 2012, marzo-junio del 2013 y diciembre del 2014, se seleccionaron seis sitios de muestreo. Cada muestra de la comunidad de microalgas adheridas se extrajo sustratos naturales de aquellos que fueran mejor representativos, cada muestra de perifiton fue recolectada por medio de raspados con ayuda de un cepillo suave, el cual se depositó en un recipiente de 250 ml con agua libre de material biológico.

La comunidad del fitoplancton se colectó por medio de filtrados estacionales con ayuda de una red cónica de 10 y 32µm, depositándose en frascos de 250 ml. Del total de muestras obtenidas se preservaron con formaldehído al 4%, las cuales se etiquetaron con los datos de campo para su almacenamiento en el Herbario Ficológico (EBUM), de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

La identificación de las especies se realizó mediante observaciones al microscopio marca AmScope con los objetivos de 40 y 100 X, con los sistemas taxonómicos propuestos Patrick y Reimer (1966, 1975); Whitford y Schumacher (1973); Prescott y Vinyard (1982); Krammer y Foot 1983; Conforti (1986); Ettl 1987; Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a y 1991b); Round *et al.*, (1990 y 2000); Dillard (1990); Comas (1996); Krammer (2000 y 2002); Komárek y Anagnostidis (2001, 2002 y 2005) y John *et al.*, (2002). Mediante la técnica de Iserentant *et al.*, (1999) se realizó la limpieza de los frustulos de las diatomeas para su correcta identificación.

Se estimó la riqueza de especies y la frecuencia de las mismas por cada vaso durante las tres estaciones climáticas con base en los criterios de Licea (1974), clasificandolas como abundantes (50-79%), frecuentes (20-49%), presentes (10-19%), escasas (5-9%), raras (1-4%) y excepcionales (<1%).

RESULTADOS

En el análisis de 213 muestras se registraron un total de 251 especies tanto de la comunidad del perifiton como de la comunidad del fitoplancton. La composición taxonómica se distribuyó en 12 clases, de las cuales con el 32.2 % la clase Bacillariophyceae es la que encabeza la riqueza de especies, seguida de la clase Chlorophyceae con un 21.9 %, le continua Cyanophyceae con un 14.3%, Euglenophyceae con un 13.5%, mientras que dentro de los taxos con menor número de especies fueron Trebouxiophyceae (5.1%), Conjugatophyceae (4.3%), Fragillariophyceae (3.1%), Mediophyceae (1.5%), Dynophyceae (1.5%), Xanthophyceae (1.1%) Coscinodiscophyceae y Klebsormidiophyceae (0.3%).

Del total de especies identificadas, *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria serpentina*, *Nodularia spumigena*, *Cyclotella meneghiniana*, *Halamphora veneta*, *Rhopalodia brebissonii*,

Pseudopediastrum boryanum, y *Pediastrum tetras* fueron las que se presentaron en todo el periodo de estudio, así como en todos los sitios de muestreo.

Frecuencia de la microflora en el vaso oeste

En el verano se determinaron 49 especies, de las cuales tres corresponden a la categoría de abundantes, cuatro son frecuentes, ocho se catalogan como presentes y treinta y cuatro son escasas (cuadro 1.1). De las consideradas como abundantes destacan *Cyclotella meneghiniana*, *Anomoeoneis sphaerophora*, y *Nitzschia frustulum* var. *frustulum*, en el grupo de las frecuentes se encuentra *Craticula halophila*, como presente destaca *Synechocystis salina*, mientras que en las escasas sobresalen *Gloeocapsopsis pleurocapsoides*, *Stephanodiscus medius*, *Tryblionella calida* y *Closterium lanceolatum*.

En este vaso de recepción se incrementa el número de registros durante el otoño con 66 especies, de las cuales treinta y dos son raras, dos se catalogan como abundantes, ocho como frecuentes, dieciséis son presentes y ocho alcanzan una categoría de escasas (Cuadro 1.1). Es de resaltar que en condición de abundante se encuentra *Oscillatoria serpentina* y *Navicula erifuga*, como frecuente se reporta a *Spirulina major*, *Nodularia spumigena* y *Epithemia argus*, en el grupo de las presentes se distingue *Snowella litoralis* y *Monoraphidium contortum*, como escasas a *Microcystis wesembergii* y *Pediastrum tetras*, mientras que *Chroococcus minimus*, *Tetraedrom minimum* y *Monoraphidium minutum* se presenta como raras.

En el invierno el número de especies decrece a 24, considerándose por su frecuencia como abundantes (cuadro 1.1), entre las cuales destacan *Merismopedia hialina*, *Aulacoseira granulata*, *Sellaphora pupula*, *Peridinium cinctum* y *Lepocinclis salina*.

Es relevante mencionar que algunas especies restringen su distribución en el lago de Cuitzeo, por lo cual son consideradas como exclusivas del vaso oeste, entre las cuales destacan: *Stephanodiscus medius*, *Belonastrum berolinensis*, *Pleurotaenium trabecula* y *Chlamydomonas* sp.

Frecuencia de la microflora en el vaso centro

Durante el verano en esta sección del lago, se identificaron 151 especies, cinco son consideradas como abundantes, treinta y seis fueron frecuentes, treinta presentes, treinta y cinco son escasas y cuarenta y seis se registraron como raros (Cuadro 1.1). Dentro de las consideradas abundantes destacan *Snowella lacustris*, *Navicula erifuga* y *Monoraphidium contortum*, como frecuentes se registraron a *Chroococcus minimus*, *Merismopedia hialina* y *Cyclotella meneghiniana*, mientras que en las presentes *Ulnaria ulna*, *Anomoeoneis sphaerophora* y *Tetraedrom minimum*, en la categoría de las escasas sobresalen *Aphanocapsa incerta* y *Achnantheidium minutissimum*, finalmente *Aphanocapsa conglomerata* y *Aulacoseira granulata* representaron a las raras.

En el otoño se registraron 186 taxa, de las cuales nueve son abundantes, sesenta y seis se catalogaron como frecuentes, cuarenta y dos son presentes, cincuenta y dos se consideraron como excepcionales y veintitres son se clasificaron como raras (Cuadro 1.1). Cabe mencionar que *Snowella lacustris*, *Lepocinclis salina* y *Chlamydomonas metapyrenigera* destacan entre las consideradas abundantes, mientras que entre las frecuentes se distingue a *Coelosphaerium minutissimum*, *Cyclotella meneghiniana* y *Navicula erifuga*, dentro de las presentes a *Arthrospira jenneri* y *Monoraphidium komarkovae*, en las escasas destacan *Spirulina princeps*, *Aulacoseira granulata* y *Cocconeis placentula*, finalmente las especies importantes en la categoría de las raras destacan *Achnantheidium minutissimum*, *Campylodiscus clypeaus* y *Anomoeoneis costata*.

En la estación de invierno se determinaron 120 especies, de las cuales cuatro se clasifican como abundantes, veintisiete como frecuentes, cincuenta y dos son presentes y treinta y siete como escasas (Cuadro 1.1). Dentro de la categoría de las abundantes destacan *Snowella litoralis*, *Monoraphidium arcuatum* y *Crucigenia tetrapedia*, mientras que entre las frecuentes se registran a *Oscillatoria tenuis*, *Cyclotella meneghiniana* y *Amphora libyca*, entre el grupo de las presentes se registra a *Oscillatoria limosa*, *Campylodiscus clypeus* y *Peridinium cinctum*, es de resaltar que entre las escasas se presenta *Aphanothece conglomerata* y *Staurosira venter*.

Las especies que limitaron su desarrollo en el vaso central del lago fueron *Ophiocytium capitatum*, *Cymbella helvetica*, *Pediastrum simplex*, *Tetrastrum staurogeniiforme*, *Didymogenes anomala*, *Crucigenia fenestrata*, *Closterium praelongum* var. *brevius*.

Frecuencia de la microflora en el vaso este

Durante el verano se identificaron 203 especies, nueve se catalogan como abundantes, cuarenta y nueve son frecuentes, cincuenta y tres se catalogan como presentes, cuarenta y cuatro se clasificaron como escasas y cuarenta y siete en la categoría de raras (Cuadro 1.1). Dentro de las abundantes se clasifica a *Snowella litoralis*, *Spirulina prínceps* y *Cyclotella meneghiniana*, entre las frecuentes se distingue a *Coelospherium minutissimum*, *Coconeis placentula* y *Pediastrum tetras*, en las presentes destacan *Staurosira venter*, *Eucoconeis laevis* y *Clamydomonas subdivisa*, mientras que *Aphanothece conglomerata*, *Stephanodiscus niagarae* y *Cosmarium granatum* se clasifican en las escasas y *Croococcus limneticus*, *Pinnularia viridis* y *Ceratium hirundiniella* como raras.

En el otoño se registraron 202 especies, tres de ellas son abundantes, cuarenta y nueve son frecuentes, cuarenta y cinco se reconocen como presentes, treinta y ocho son escasas y sesenta y seis son raras (Cuadro 1.1). De la categoría de abundantes destacan *Snowella litoralis*, *Chlamydomonas metapyrinigera* y *Tetraedrom minimum*, mientras que *Coelospherium minutissimum*, *Cyclotella meneghiniana* y *Monoraphidium minutum* fueron importantes entre las frecuentes, *Chroococcus minimus*, *Arthrospira jenneri* y *Gomphonema augur* como presentes, dentro de las escasas se registraron a *Aphanocapsa hyalina*, *Lepocinclis helicoidea* y *Staurastrum leptochladum* var. *elegans* mientras que entre las raras es de distinguir a *Chroococcus limneticus*, *Achnantheidium minutissimum* y *Elakatothrix viridis*.

Durante el invierno se identificaron 145 especies, cinco de ellas se clasificaron como abundantes, cuarenta y tres son frecuentes, cincuenta como presentes y cuarenta y siete catalogadas como escasas (Cuadro 1.1). Entre la categoría de las abundantes sobresale *Coelospherium minutissimum*, *Spirulina prínceps* y *Monoraphidium contortum*, en las frecuentes destacan *Snowella litoralis*, *Aulacoseira granulata* y *Cyclotella meneghiniana*, mientras que *Arthrospira jenneri*, *Staurosira venter* y *Coconeis placentula* sobresalen

entre las presentes y *Aphanothece conglomerata*, *Achnanthidium minnutissima* y *Diploneis elliptica* entre las escasas.

Merismopedia glauca, *Lyngbya thermalis*, *Microcoleus beggiatoiformis*, *Fragilaria acus*, *Planothidium frequentissimum*, *Stauroneis phoenicenteron*, *Nitzschia microcephala*, *Nitzschia vítrea*, *Euglena variabilis*, *Chlamydomonas incerta*, *Pediastrum simplex*, *Desmodesmus protuberans*, *Dimorphococcus lunatus*, *Stigeoclonium farctum*, *Haplotaenium minutum* y *Elakatothrix viridis* fueron las especies que solo se desarrollaron en la sección este del lago.

Se registraron un total de 52 especies como nuevos registros en el lago de Cuitzeo, las cuales están distribuidas en siete clases. Los grupos con mayor número de nuevos registros fueron Cyanophyceae con 19, Euglenophyceae con 14 y Chlorophyceae con 10, mientras que las de menor número de especies fueron Trebouxiophyceae con cinco, Conjugatophyceae con dos, Klebsormidiophyceae y Dinophyceae con uno (Cuadro 1.1).

DISCUSIÓN

El lago de Cuitzeo es un sistema cálido de origen tectónico-volcánico, somero, extenso y con heterogeneidad espacial con respecto a su configuración electroquímica, el cual se ha dividido limnológicamente en tres zonas (vaso oeste, centro y este), debido a las características propias de cada sección (Ceballos *et al.*, 1994; en Bravo *et al.*, 2012 y Ortega 1985), las cuales propician la distribución de la microflora en el tiempo y espacio (Margalef, 1988).

Vaso oeste

La comunidad de microalgas registrada en el vaso oeste durante el verano, está relacionada con ambientes poco profundos, con niveles altos de salinidad, alcalinidad, turbiedad y con un pH por arriba de 9 (Krammer y Lange-Bertalot, 1988 y 1991; John 2002; Komarek-Anagnostidis y 2005). Mientras que en el otoño prevalecen aquellas de nichos oligohalinos y eutróficos, de aguas estancadas, termales, con alta concentración de sales y turbidez. La microflora característica del invierno, se encuentra en condiciones de elevada

concentración de materia orgánica, niveles altos de electrolitos y un ligero incremento en la profundidad del espejo de agua (Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a y 1991b; Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999; Komárek y Anagnostidis 2001, 2002; Israde et al., 2002; John *et al.*, 2002; Israde *et al.*, 2010; Novelo, 2012 a y b; Israde *et al.*, 2012 y Peixoto *et al.*, 2014).

Las asociaciones de microalgas registradas en la sección oeste, sugieren que durante las tres temporadas el lago de Cuitzeo presentó valores de pH por arriba de los 8.5, por lo que es un área con alta concentración electrolítica, elevada turbidez, con una ligera recuperación en la profundidad durante el invierno así como una elevada contaminación por material orgánico y fluctuación en la carga nutrimental durante las tres épocas climáticas ya que se identificaron especies características de sistemas eutróficos a hipertróficos (Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a y 1991b; Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999; Komárek y Anagnostidis 2001, 2002; Israde et al., 2002; John *et al.*, 2002; Israde *et al.*, 2010; Novelo, 2012 a y b; Israde *et al.*, 2012 y Peixoto *et al.*, 2014)

Desde 1979 el vaso oeste del lago de Cuitzeo se le consideraba como eutrófico, relacionado con el florecimiento de *Cyclotella meneghiniana*. En esta época se registraron 42 taxa de los cuales los grupos dominantes fueron las algas azul verde, verdes y diatomeas, las cuales sugerían un incremento en la concentración de nutrientes como ortofosfatos y nitratos, así como el incremento en la alcalinidad, el pH y la temperatura (Alvarado *et al.*, 1984 y Ortega *et al.*, 2010).

Hacia el año 1981 la sección oeste del lago se le consideró por primera vez como hipertrófico, sugerido por la dominancia de *Oscillatoria* sp. Tal incremento suprimió el desarrollo de otras especies de microalgas, indicando la disminución en la profundidad y volumen, así como el aumento en la carga interna de nutrientes y la disminución en la transparencia del agua (Alvarado *et al.*, 1984).

Entre el 2007 y el 2008 el vaso oeste registró nuevamente a *Cyclotella meneghiniana*, así como *Tryblionella calida*, *Ulnaria ulna* y *Anabahrenopsis elkensis* como las especies importantes en el vaso oeste del lago, las cuales indican un ambiente con un pH de 8 a 8.5, con un incremento en la conductividad eléctrica, salinidad, minerales, materia orgánica, y

con eutroficación avanzada, debido al desequilibrio hidrológico y a la perturbación de la cuenca (Ortega 2011).

Vaso central

Las especies de microalgas registradas durante la época de verano en el vaso central, habitan nichos ligeramente profundos, turbios y con bajo contenido de sales hasta los 10.5 ‰, con valores de 9.3 de pH, con elevada concentración de electrolitos, y de ambientes con amplio nivel trófico, particularmente eutróficos. La microflora que prevaleció en el otoño es característica de bajos niveles lacustres, de elevada concentración de sílice y nitrógeno, con moderadas concentraciones de electrolitos, con limitada transparencia del agua y de nichos eutróficos a hipertróficos. Las microalgas descritas durante el invierno, exhiben que el lago de Cuitzeo presentó una columna turbia, somera, ligeramente salina, con moderada concentración de electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a y 1991b; Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999; Komárek y Anagnostidis 2001, 2002; Israde et al., 2002; John *et al.*, 2002; Israde *et al.*, 2010; Novelo, 2012 a y b; Israde *et al.*, 2012 y Peixoto *et al.*, 2012).

La microflora del vaso central es representante de un ambiente con eutroficación avanzada, con una columna de agua salina y poco transparente (Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a y 1991b; Ettl 1987; Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999; Komárek y Anagnostidis 2001, 2002; Israde et al., 2002; John *et al.*, 2002; Israde *et al.*, 2010; Novelo, 2012; Israde *et al.*, 2012 y Peixoto *et al.*, 2012).

Desde los años 1996 y 1997 debido al registro de *Surirella capronii* como especie dominante, el vaso central es considerado como poco profundo, contaminado por aguas salinas y alcalinas, con altos niveles de fósforo (Ortega *et al.*, 2009).

En el 2002 con base en la flora diatomológica del fitoplancton, perifiton y bentos, se establece que el vaso centro del lago de Cuitzeo continúa con una columna de agua somera y turbia, con elevada alcalinidad y valores altos en carbonatos y en conductividad electrolítica (Ortega, 2002).

Por otro lado, durante el 2005 el vaso central del lago de Cuitzeo registra un incremento en la profundidad de la columna de agua, con una baja transparencia. Durante esta temporada, se registró una disminución en el número de algas azul-verde. La proliferación de macrofitas como sustrato contribuyó al desarrollo de algas que viven adheridas, tales como diatomeas de los géneros *Gomphonema*, *Frustulia*, *Navicula*, *Eunotia* y *Fragilaria* (Ortega *et al.*, 2010).

Entre el 2007 y el 2008 el vaso centro registra a *Tryblionella calida* y *Chroococcus dispersus* como especies abundantes e indicadoras de condiciones de pH de 8 a 8.5, con moderada conductividad eléctrica y salinidad (Ortega *et al.*, 2011).

Vaso este

En la época de verano el vaso este se encuentra representado por especies principalmente de aguas dulces, poco transparentes, bien oxigenados, con elevada concentración de electrolitos, alta contaminación de material orgánico y con organismos que habitan ecosistemas lacustres mesotróficos a eutróficos. La microflora característica del otoño, está relacionada principalmente con ambientes con elevados niveles de turbiedad, profundos, con agua dulce y bien oxigenada, en un nivel trófico de mesotrófico y eutrófico.

La mayoría de las microalgas registradas en el invierno fueron cosmopolitas, de ambientes con una reducida columna de agua, turbia, las cuales indican un incremento en la concentración de salinidad, alto contenido de electrolitos y material orgánico. Durante esta estación climática se clasificó al vaso este como eutrófico (Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a y 1991b; Krammer y Foot 1983; Ettl 1987; Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999; Komárek y Anagnostidis 2001, 2002; Israde *et al.*, 2002; John *et al.*, 2002; Israde *et al.*, 2010; Novelo, 2012; Israde *et al.*, 2012 y Peixoto *et al.*, 2012).

La comunidad de microalgas característica del vaso este, sugiere que en las tres temporadas esta sección presentó aguas dulces, con elevada contaminación por materia orgánica y con una variación en los niveles tróficos debido a la presencia de especies de ambientes mesotróficos y eutróficos (Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a y 1991b; Krammer y Foot 1983; Ettl 1987; Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999; Komárek y

Anagnostidis 2001, 2002; Israde et al., 2002; John *et al.*, 2002; Israde *et al.*, 2010; Novelo, 2012; Israde *et al.*, 2012 y Peixoto *et al.*, 2012).

En el año 1979 el vaso este registra un florecimiento algal dirigido por las especies *Anabaenopsis elkensii* y *Anabaena planctonica*, las cuales sugieren una disminución en sus niveles de profundidad y transparencia, así como un incremento en las concentraciones de nitrógeno, fósforo y de oxígeno disuelto. Mas adelante entre los años 1997 y 1998, la sección este presentó una reducción en la columna del agua, la cual alberga agua alcalina, contaminada por material orgánico y con evidencia de eutroficación avanzada, dichas características fueron sugeridas por *Anabaenopsis planctonica*, *Anabaena arnoldii* y *Nitzschia palea* (Ortega *et al.*, 2009 y 2010).

En el 2002 la flora diatomológica indicó que el vaso este presentó un pH cercano a 7, una alta concentración iónica, la cual es característica de agua de tipo eutrófica, turbia de baja profundidad (Ortega 2002).

Durante el 2005 se incrementa la abundancia de *Sellaphora pupulla* en el vaso este, la cual indica un incremento en la concentración de material orgánico (Ortega *et al.*, 2010).

Entre el 2007 y el 2008 se registró en el vaso este a *Ulnaria ulna*, *Merismopedia punctata*, *Anabaenopsis elkensii* y *Monoraphidium contortum* como las especies más abundantes, las cuales son indicadoras de un incremento en el pH con valores mayores a 8, desarrollándose en aguas poco profundas, con material orgánico y un incremento en la concentración de nitrógeno, debido a la entrada de aguas negras dentro del sistema. La conductividad eléctrica y la salinidad exhiben la presencia de agua dulce, debido al aporte de los afluentes (Ortega *et al.*, 2011)

Paleolimnología del lago de Cuitzeo

En estudios realizados en el lago de Cuitzeo mediante extracción de núcleos y con base a especies indicadoras del grupo de las diatomeas, se ha catalogado al ecosistema como eutrófico en sus tres vasos.

Desde la época del Neogeno el lago de Cuitzeo registra fluctuaciones en cuanto a los niveles de profundidad. Sin embargo, ha sido una de las épocas con mayores niveles lacustres indicado por la presencia de *Aulacoseira praeislandica*, *A. granulata*, *A. goetzeana*, *A. nyassensis* y *Thalassiosira cuitzeonensis* nov. sp. Durante esta época se mostraron episodios de altos niveles de sílice, turbiedad y dilución en la carga nutrimental (Israde 1997).

Israde *et al.*, (2010) menciona que las características actuales se presentaron desde el Pleistoceno, al identificar un cambio en la flora, y con decrecimiento de las poblaciones de *Staurosira construens* dando lugar al establecimiento exitoso de *Cyclotella meneghinina*, el cual se vuelve monoespecífico al final de esta época. A su vez se registra un mayor número de especies bénticas como *Nitzschia amphibia*, y *Amphora lybica*, las cuales sugieren bajas profundidades (Israde *et al.*, 2002 y 2010). Dichas especies prevalecieron en el Holoceno hasta la actualidad, sugiriendo un ambiente de condiciones alcalófilas, mesohalobias con variaciones en la salinidad, y una temperatura por arriba de los 15 °C, con un descenso en los niveles de profundidad y durante esta temporalidad los niveles tróficos oscilan de ser oligotróficos a eutróficos (Israde *et al.*, 2010).

Microflora exclusiva por zonas en el lago de Cuitzeo

Durante el periodo de estudio se identificaron especies que limitaron su desarrollo en ciertas secciones del lago. La microflora que fue exclusiva del vaso oeste, es principalmente de ambientes calidos, poco profundos, alta concentración de nutrientes, ambientes hipereutroficados, salinos y pH por arriba de los 8 (Heckman, 1979; Edwards y Brooker 1982; Krammer y Lange-Bertalot 1991a y Wehr *et al.* 2015).

Las especies exclusivas del vaso central son en su mayoría planctónicas, cosmopolitas y de ambientes eutróficos (Ettl, 1987; John, 2002 y Krammer y Lange-Bertalot, 1992). Las especies que restringieron su desarrollo solo en el vaso este son principalmente ambientes con contaminación de aguas residuales, poco salinas, y eutróficos (John, 2002; Komarek-Anagnostidis, 2005 y Krammer y Lange-Bertalot. 1986 y 1991 a y b)

CONCLUSIONES

La riqueza de especies de microalgas del lago de Cuitzeo indica la presencia de 248 especies registradas en los diferentes vasos y durante las tres épocas climáticas.

Con respecto a la distribución espacial y temporal, la riqueza y frecuencia de aparición de la microflora fue mayor en el vaso este durante las tres épocas climáticas.

Las asociaciones de microalgas registradas en el presente estudio indican que la sección oeste y central del lago de Cuitzeo son someras; con eventos de desecación, con un pH por arriba de 8.5, elevada turbidez, de condición oligohalina, con presencia de contaminación orgánica, de condición eutrófica con tendencia en algunos sitios a la hipertroficación.

La microflora del vaso este alude a un vaso somero, con una columna del agua persistente, con baja concentración de sales, elevada contaminación por materia orgánica y con eutroficación avanzada.

Las especies persistentes en el lago desde el holoceno tardío tales como: *Cyclotella meneghiniana*, *Nitzschia amphibia*, *Stephanodiscus niagarae*, *Amphora libyca*, *Campylodiscus clypeus*, *Cocconeis placentula*, *Anomoeoneis sphaerophora* y *Rhopalodia gibba*, indican que desde hace aproximadamente 3,400 cal AP el lago de Cuitzeo presenta un bajo nivel lacustre, elevada turbidez, aguas alcalófilas, mesohalobios a euhalobios, con un registro en temperatura superior a los 15°C, con presencia de contaminación orgánica.

Se establecen 52 nuevos registros en el lago de Cuitzeo, los cuales están asociados principalmente a ambientes eutróficos y a los hipertróficos, someros, con elevado contenido de material orgánico, amonio, con pH por arriba de ocho, tolerantes a aguas muy alcalinas y de temperaturas altas.

Cuadro 1.1. Frecuencia de aparición y nuevos registros de especies.

TAXA	SUMMER			AUTUM			WINTER			NR
	VO	VC	VE	VO	VC	VE	VO	VC	VE	
Cyanophyceae	VO	VC	VE	VO	VC	VE	VO	VC	VE	NR
<i>Coelosphaerium minutissimum</i>	P	P	F	R	F	F	--	--	A	NR
<i>Chroococcus minimus</i>	--	F	F	R	P	P	--	--	E	
<i>Chroococcus limneticus</i>	--	--	R	--	--	E	--	--	--	
<i>Gloeocapsopsis pleurocapsoides</i>	E	--	R	E	R	--	--	--	--	
<i>Microcystis wesenbergii</i>	--	--	E	E	F	P	--	--	--	
<i>Aphanothece</i>	--	--	R	--	E	P	--	--	E	
<i>Aphanothece conglomerata</i>	--	R	E	--	--	R	--	E	E	NR
<i>Snowella litoralis</i>	--	A	A	P	A	A	A	A	F	NR
<i>Merismopedia hyalina</i>	--	F	F	--	F	F	A	E	F	
<i>Merismopedia glauca</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	E	
<i>Merismopedia warmingiana</i>	--	F	A	P	F	F	--	P	F	
<i>Aphanocapsa incerta</i>	--	E	F	--	F	F	--	E	F	NR
<i>Aphanocapsa hyalina</i>	--	--	R	--	E	E	--	--	--	NR
<i>Synechocystis salina</i>	P	P	P	R	--	R	A	--	--	NR
<i>Oscillatoria tenuis</i>	--	P	F	P	A	F	--	F	F	NR
<i>Oscillatoria limosa</i>	E	R	F	P	F	F	A	P	P	
<i>Oscillatoria serpentina</i>	F	F	F	A	P	P	A	P	P	
<i>Lyngbya martensiana</i>	--	--	--	R	--	R	--	E	--	
<i>Lyngbya thermalis</i>	--	--	R	--	--	--	--	--	--	
<i>Spirulina princeps</i>	E	F	A	--	E	F	--	E	A	
<i>Spirulina tenerrima</i>	--	--	E	--	R	R	--	--	E	
<i>Spirulina major</i>	--	P	P	F	E	P	--	--	E	
<i>Arthrospira jenneri</i>	--	--	--	--	P	P	--	E	P	NR
<i>Geitlerinema splendidum</i>	E	P	P	--	P	R	--	P	P	NR
<i>Phormidium chlorinum</i>	--	E	P	--	E	R	--	E	P	NR
<i>Phormidium acidophilum</i>	E	P	F	E	P	E	--	P	F	NR
<i>Microcoleus beggiatoiformis</i>	--	--	R	--	--	--	--	--	--	NR
<i>Phormidium terebriforme</i>	--	E	E	--	--	--	--	--	--	NR
<i>Planktothrix</i> sp.	--	--	R	--	E	--	--	--	--	
<i>Anabaena fallax</i>	E	P	A	--	E	F	--	E	E	
<i>Nodularia spumigena</i>	P	F	E	F	E	R	A	P	E	NR
<i>Trichormus propinquus</i>	--	F	P	P	F	F	--	P	P	NR
<i>Calothrix polymorpha</i>	--	E	--	--	P	R	--	E	--	NR
<i>Pseudanabaena thermalis</i>	--	--	E	--	--	R	--	--	--	NR
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	--	F	F	P	F	P	--	F	F	NR
<i>Leptolyngbya boryana</i>	F	R	P	F	F	F	--	F	--	NR

Abundante (A), Frecuente (F), Presente (P), Escasa (E), Rara (R), Nuevos registros (NR), Vaso oeste (VO), Vaso central (VC), Vaso este (VE).

Cuadro 1.1 (continuación). Frecuencia de aparición y nuevos registros de especies

TAXA	SUMMER			AUTUM			WINTER			NR
	VO	VC	VE	VO	VC	VE	VO	VC	VE	
Xanthophyceae										
<i>Tetraplektron torsum</i>	--	E	F	--	E	P	--	--	E	
<i>Ophiocytium capitatum</i>	--	--	--	--	R	--	--	--	--	
<i>Ophiocytium parvulum</i>	--	E	--	--	--	R	--	--	--	
Coccinodiscophyceae										
<i>Aulacoseira granulata</i>	--	R	F	--	E	F	A	E	F	
Mediphyceae										
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	A	F	A	F	F	F	A	F	F	
<i>Stephanodiscus niagarae</i>	--	--	E	--	--	R	--	--	--	
<i>Stephanodiscus medius</i>	E	--	--	--	--	--	--	--	--	
<i>Conticribra weissflogii</i>	--	R	--	--	--	R	--	--		
Fragilariophyceae										
<i>Ulnaria ulna</i>	E	P	P	R	E	P	--	P	F	
<i>Fragilaria acus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	E	
<i>Fragilaria nitzschioides</i>	--	--	P	R	--	P	--	--	F	
<i>Pseudostaurosira elliptica</i>	--	--	R	--	--	R	--	--	E	
<i>Belonastrum berlinensis</i>	E	--	--	--	--	--	--	--	--	
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	--	--	R	--	--	--	--	--	P	
<i>Staurosira venter</i>	--	R	P	R	--	R	--	E	P	
<i>Ctenophora pulchella</i>	--	--	E	--	--	--	--	--	E	
Bacillariophyceae										
<i>Eunotia monodon</i>	--	--	--	--	--	E	A	--	F	
<i>Eucocconeis laevis</i>	E	--	P	--	E	P	--	--	P	
<i>Psammothidium montanum</i>	--	--	E	--	R	R	--	--	--	
<i>Lemnicola hungarica</i>	E	R	P	--	E	P	--	E	P	
<i>Achnantheidium exiguum</i>	--	R	E	--	E	R	--	--	--	
<i>Planothidium frequentissimum</i>	--	--	E	--	--	--	--	--	--	
<i>Achnantheiopsis delicatula</i>	--	--	--	--	--	R	--	--	E	
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	E	E	E	R	R	E	A	--	E	
<i>Cocconeis placentula</i>	--	R	F	--	E	P	--	--	P	
<i>Amphora libyca</i>	E	F	F	P	F	F	--	F	F	
<i>Halamphora veneta</i>	P	F	F	E	F	F	A	P	F	
<i>Amphora ovalis</i>	--	E	P	--	E	R	--	E	E	
<i>Surirella tenera</i>	E	E	P	--	E	E	A	P	P	
<i>Surirella brebissonii</i>	--	R	R	--	R	R	--	--	--	
<i>Campylodiscus clypeus</i>	--	P	P	R	R	P	A	P	F	
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	A	F	F	F	E	F	--	P	F	
<i>Anomoeoneis costata</i>	E	P	P	F	R	E	A	E		
<i>Encyonema mesianum</i>	E	R	P	--	--	R	--	E	--	
<i>Cymbella aspera</i>	--	E	P	R	--	R	--	P	F	

Abundante (A), Frecuente (F), Presente (P), Escasa (E), Rara (R), Nuevos registros (NR), Vaso oeste (VO), Vaso central (VC), Vaso este (VE).

Cuadro 1.1 (continuación). Frecuencia de aparición y nuevos registros de especies

TAXA	SUMMER			AUTUM			WINTER			NR
	VO	VC	VE	VO	VC	VE	VO	VC	VE	
<i>Cymbella hungarica</i>	--	R	R	R	--	R	--	E	F	
<i>Cymbella helvetica</i>	--	R	--	--	--	--	--	--	--	
<i>Cymboplectra naviculiformis</i>	--	--	--	R	--	--	--	--	P	
<i>Diploneis elliptica</i>	--	--	--	R	F	E	--	--	E	
<i>Caloneis permagna</i>	--	R	R	--	--	--	--	E	--	
<i>Gomphonema augur</i>	--	P	P	--	E	P	--	P	P	
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>sphaerophorum</i>	--	P	R	--	E	E	--	P	F	
<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	--	--	R	--	E	R	--	--	--	
<i>Gomphonema pseudoaugur</i>	E	E	F	R	P	F	--	--	P	
<i>Gomphonema parvulum</i>	--	F	F	--	F	P	--	P	F	
<i>Gomphonema saprophilum</i>	--	--	R	--	E	E	--	--	E	
<i>Gomphonema olivaceum</i>	--	--	R	--	--	R	--	--	P	
<i>Gomphonema acuminatum</i>	--	--	--	--	--	R	--	--	E	
<i>Gomphonema affine</i>	--	E	F	R	F	F	--	P	F	
<i>Gomphonema gracile</i>	E	F	F	R	F	F	--	F	F	
<i>Navicula erifuga</i>	F	A	A	A	F	F	--	F	F	
<i>Navicula veneta</i>	--	E	E	P	E	P	--	--	P	
<i>Craticula halophila</i>	F	--	P	E	R	R	--	--	P	
<i>Craticula cuspidata</i>	--	--	P	--	--	R	--	--	--	
<i>Neidium ampliatum</i>	--	E	E	--	E	E	--	E	E	
<i>Pinnularia gibba</i>	E	R	P	R	E	P	--	P	P	
<i>Pinnularia maior</i>	--	E	E	--	--	R	--	P	P	
<i>Pinnularia viridis</i>	--	--	R	--	P	E	--	E	E	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	--	R	R	--	--	R	--	--	--	
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	--	--	R	--	--	--	--	--	--	
<i>Craticula ambigua</i>	--	E	E	--	P	P	--	P	P	
<i>Craticula acidoclinata</i>	--	R	R	R	E	--	--	--	E	
<i>Epithemia adnata</i>	--	R	R	--	--	--	--	--	--	
<i>Epithemia turgida</i>	--	R	P	--	--	P	--	E	F	
<i>Epithemia argus</i>	--	R	F	F	E	P	--	P	F	
<i>Epithemia sorex</i>	--	R	--	--	E	R	--	--	P	
<i>Epithemia hyndmanii</i>	--	--	R	--	--	R	--	--	--	
<i>Rhopalodia brebissonii</i>	E	F	P	P	F	F	A	F	P	
<i>Rhopalodia gibba</i>	--	F	P	--	F	F	--	P	F	
<i>Sellaphora pupula</i>	--	F	P	R	F	F	A	F	P	
<i>Fallacia pygmaea</i>	E	F	F	--	F	F	--	P	F	
<i>Denticula eximia</i>	--	R	E	R	E	P	--	E	E	
<i>Denticula kuetzingii</i>	--	--	P	--	P	E	--	--	P	

Abundante (A), Frecuente (F), Presente (P), Escasa (E), Rara (R), Nuevos registros (NR), Vaso oeste (VO), Vaso central (VC), Vaso este (VE).

Cuadro 1.1 (continuación). Frecuencia de aparición y nuevos registros de especies

TAXA	SUMMER			AUTUM			WINTER			NR
	VO	VC	VE	VO	VC	VE	VO	VC	VE	
<i>Nitzschia</i> sp.	--	--	--	--	E	R	--	--	--	
<i>Nitzschia alpina</i>	--	R	P	--	P	P	--	--	P	
<i>Nitzschia palea</i>	P	F	F	R	F	P	--	E	F	
<i>Nitzschia intermedia</i>	--	R	E	--	P	E	--	E	P	
<i>Nitzschia vermicularis</i>	E	--	P	E	P	P	--	E	E	
<i>Nitzschia amphibia</i> var. <i>amphibia</i>	E	F	F	P	F	F	--	F	F	
<i>Nitzschia tubicola</i>	--	--	R	--	--	R	--	--	--	
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	--	E	E	--	P	P	--	P	P	
<i>Nitzschia fonticola</i>	--	E	E	--	E	E	--	--	--	
<i>Nitzschia umbonata</i>	--	E	P	--	E	R	--	--	E	
<i>Nitzschia clausii</i>	E	P	F	F	F	F	--	--	P	
<i>Nitzschia gracilis</i>	--	F	F	P	F	F	--	P	F	
<i>Nitzschia amphibia</i> var. <i>frauenfeldii</i>	--	R	E	--	E	E	A	E	F	
<i>Nitzschia palacea</i>	--	--	E	--	E	--	--	--	--	
<i>Nitzschia constricta</i>	--	R	--	--	P	E	--	P	F	
<i>Nitzschia microcephala</i>	--	--	--	--	--	R	--	--	--	
<i>Nitzschia vitrea</i>	--	--	--	--	--	R	--	--	--	
<i>Nitzschia angustata</i>	--	--	--	--	R	--	--	E	E	
<i>Nitzschia amphibioides</i>	--	--	--	--	--	R	--	--	E	
<i>Nitzschia frustulum</i>	A	F	F	P	F	F	--	F	F	
<i>Nitzschia tryblionella</i>	--	E	R	--	P	R	A	P	P	
<i>Nitzschia supralitorea</i>	--	E	E	--	R	--	--	--	E	
<i>Tryblionella calida</i>	E	F	P	R	F	F	--	P	P	
<i>Nitzschia incerta</i>	--	P	E	--	F	E	--	P	--	
Dinophyceae										
<i>Peridinium cinctum</i>	--	--	--	--	--	--	A	P	--	
<i>Peridinium</i> sp.	--	R	E	--	E	E	--	--	--	
<i>Ceratium hirundinella</i>	--	--	R	--	--	R	--	--	E	
<i>Gymnodinium</i>	--	--	--	--	P	R	--	--	--	NR
Euglenophyceae										
<i>Phacus longicauda</i>	--	--	E	--	P	P	--	E	E	
<i>Phacus wettsteinii</i>	--	P	P	--	P	F	--	F	P	
<i>Phacus orbicularis</i>	--	R	P	--	F	F	--	F	P	
<i>Monomorpha pyrum</i>	--	--	R	--	E	--	--	--	--	
<i>Phacus denisii</i>	--	P	P	--	F	F	--	F	F	
<i>Lepocinlis helicoidea</i>	--	--	R	--	P	E	--	P	--	

Abundante (A), Frecuente (F), Presente (P), Escasa (E), Rara (R), Nuevos registros (NR), Vaso oeste (VO), Vaso central (VC), Vaso este (VE).

Cuadro 1.1 (continuación). Frecuencia de aparición y nuevos registros de especies

TAXA	SUMMER			AUTUM			WINTER			NR
	VO	VC	VE	VO	VC	VE	VO	VC	VE	
<i>Lepocinclis</i> sp.	--	--	--	--	R	R	--	--	--	
<i>Lepocinclis salina</i>	P	F	F	--	A	F	A	F	F	NR
<i>Lepocinclis capito</i>	--	R	P	--	F	F	--	P	F	NR
<i>Lepocinclis texta</i> var. <i>richardiana</i>	--	E	F	--	A	F	--	F	F	NR
<i>Colacium simplex</i>	E	F	F	--	--	P	--	P	--	
<i>Euglena</i> sp.	--	--	--	--	R	R	--	--	--	
<i>Lepocinclis oxyuris</i>	--	F	R	--	F	F	--	F	P	
<i>Euglena pusilla</i> var. <i>longa</i>	--	R	P	--	F	P	--	E	P	
<i>Euglenaformis proxima</i>	--	P	P	--	F	P	--	E	P	
<i>Euglena retronata</i>	--	E	E	--	E	R	--	E	--	
<i>Euglena tuberculata</i>	--	--	--	--	E	E	--	--	--	
<i>Euglena variabilis</i>	--	--	R	--	--	--	--	--	--	
<i>Lepocinclis acus</i>	--	--	P	--	F	P	--	F	P	
<i>Euglena deses</i>	--	P	P	--	P	F	--	F	P	
<i>Euglenaria caudata</i>	--	--	R	--	E	E	--	--	--	
<i>Euglena spathirhyncha</i>	--	P	P	--	F	E	--	P	--	
<i>Strombomonas deflandrei</i>	--	--	E	--	R	R	--	--	--	NR
<i>Strombomonas giardiana</i>	--	--	--	--	--	R	--	--	E	NR
<i>Trachelomonas volvocina</i> var. <i>volvocina</i>	--	--	F	--	R	R	--	--	--	NR
<i>Trachelomonas hispida</i>	--	--	R	--	--	R	--	--	--	NR
<i>Trachelomonas silvatica</i>	--	E	P	--	--	E	--	--	E	NR
<i>Trachelomonas zorensis</i>	--	R	P	--	P	E	--	--	--	NR
<i>Trachelomonas caudata</i>	--	R	P	--	--	P	--	--	--	NR
<i>Trachelomonas abrupta</i> var. <i>abrupta</i>	--	--	E	--	E	E	--	--	P	NR
<i>Trachelomonas scabra</i>	--	R	E	--	--	E	--	--	E	NR
<i>Rhabdomonas incurva</i>	--	--	R	--	R	--	--	--	--	NR
Chlorophyceae										
<i>Chlamydomonas</i> sp	E	--	--	--	--	--	--	--	--	
<i>Chlamydomonas metapyrenigera</i>	--	P	F	R	A	A	--	P	F	
<i>Chlamydomonas altera</i>	--	--	R	--	R	--	--	--	--	
<i>Chlamydomonas incerta</i>	--	--	R	--	--	--	--	--	--	
<i>Sphaerellopsis</i> sp.	--	E	P	--	F	E	--	E	--	
<i>Chloromonas depauperata</i>	--	--	R	--	R	--	--	--	--	NR

Abundante (A), Frecuente (F), Presente (P), Escasa (E), Rara (R), Nuevos registros (NR), Vaso oeste (VO), Vaso central (VC), Vaso este (VE).

Cuadro 1.1 (continuación). Frecuencia de aparición y nuevos registros de especies

TAXA	SUMMER			AUTUM			WINTER			NR
	V O	V C	V E	V O	V C	V E	V O	V C	V E	
<i>Chloromonas subdivisa</i>	--	E	P	--	F	F	--	E	E	NR
<i>Sphaerocystis planctonica</i>	--	R	E	--	E	R	--	--	E	NR
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	--	R	R	--	E	--	--	--	--	NR
<i>Fortiella brunnea</i>	--	--	R	--	R	--	--	--	--	NR
<i>Pteromonas denticulata</i>	--	--	R	--	--	R	--	--	--	NR
<i>Pteromonas aequiciliata</i>	--	E	F	--	F	E	--	--	P	NR
<i>Eudorina elegans</i>	--	E	P	--	P	--	--	--	E	NR
<i>Colemanosphaera charkowiensis</i>	--	P	F	--	F	--	--	P	P	
<i>Gloeococcus alsius</i>	--	--	R	--	R	--	--	--	--	NR
<i>Tetraëdron minimum</i>	--	F	A	R	A	A	--	P	A	
<i>Tetraëdron pentaedricum</i>	--	E	E	--	F	F	--	P	--	
<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	P	P	F	R	F	P	A	P	F	
<i>Pediastrum boryanum</i> f. <i>longicorne</i>	--	E	E	R	F	R	--	--	--	
<i>Pediastrum simplex</i>	--	--	R	--	--	--	--	--	--	
<i>Pediastrum duplex</i>	--	--	R	--	R	--	--	--	--	
<i>Stauridium tetras</i>	E	P	F	E	F	F	A	P	F	
<i>Pediastrum tetras</i> var. <i>tetradon</i>	--	--	E	--	--	P	--	--	E	
<i>Tetracystis fissurata</i>	--	--	--	--	F	--	--	--	--	
<i>Monoraphidium minutum</i>	--	F	A	R	F	F	--	P	F	
<i>Monoraphidium contortum</i>	--	A	F	P	A	F	--	F	A	
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	--	A	F	P	F	F	--	A	A	
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	--	E	P	--	P	R	--	--	E	
<i>Kirchneriella diana</i>	--	F	F	--	F	F	--	P	P	
<i>Kirchneriella</i> sp.	--	--	R	--	--	R	--	--	E	
<i>Schroederia setigera</i>	--	R	--	--	F	P	--	P	--	
<i>Desmodesmus maximus</i>	--	P	A	--	F	F	--	F	F	
<i>Desmodesmus protuberans</i>	--	--	E	--	--	--	--	--	--	
<i>Desmodesmus subspicatus</i>	--	E	E	--	E	E	--	--	--	
<i>Desmodesmus intermedius</i>	--	F		--	F	P	--	F	P	
<i>Tetradesmus obliquus</i>	E	R	F	R	F	F	--	--	P	
<i>Tetradesmus dimorphus</i>	E	R	F	R	P	P	--	--	E	
<i>Desmodesmus intermedius</i>	--	P	F	--	E	R	--	--	P	
<i>Comasiella arcuata</i> var. <i>platydisca</i>	--	--	R	--	--	R	--	--	--	
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	--	--	P	--	F	E	--	--	P	
<i>Scenedesmus velitaris</i>	--	--	P	--	F	R	--	--	P	
<i>Desmodesmus serratus</i>	--	E	F	--	F	P	--	P	--	

Abundante (A), Frecuente (F), Presente (P), Escasa (E), Rara (R), Nuevos registros (NR), Vaso oeste (VO), Vaso central (VC), Vaso este (VE).

Cuadro 1.1 (continuación). Frecuencia de aparición y nuevos registros de especies

TAXA	SUMMER			AUTUM			WINTER			NR
	VO	VC	VE	VO	VC	VE	VO	VC	VE	
<i>Scenedesmus gutwinski</i>	--	P	F	--	F	R	--	P	E	
<i>Scenedesmus acutus</i>	--	P	F	--	R	P	--	P	E	
<i>Coelastrum microporum</i>	--	P	F	--	F	P	--	E	--	
<i>Dimorphococcus lunatus</i>	--	--	--	--	--	E	--	--	--	NR
<i>Oedogonium</i> sp.	E	F	P	--	A	F	A	F	E	
<i>Oedogonium capillare</i>	--	--	--	--	P	R	--	--	--	
<i>Oedogonium plusiosporum</i>	--	E	--	--	P	E	--	P	--	
<i>Stigeoclonium farctum</i>	--	--	R	--	--	--	--	--	--	
<i>Stigeoclonium tenue</i>	--	F	P	F	A	F	--	A	P	
<i>Tetrastrum staurogeniiforme</i>	--	--	--	--	R	--	--	--	--	
Trebouxiophyceae										
<i>Oocystis solitaria</i>	--	--	E	--	F	R	--	--	--	
<i>Oocystis lacustris</i>	--	F	F	R	F	E	--	E	E	
<i>Oocystis natans</i>	--	F	P	E	F	P	--	F	--	
<i>Oocystis borgei</i>	--	--	--	--	P	E	--	--	E	
<i>Dictyosphaerium</i>	--	F	F	P	F	F	--	P	P	
<i>Micractinium quadrisetum</i>	--	R	P	--	F	--	--	--	--	NR
<i>Micractinium pusillum</i> var. <i>elegans</i>	--	--	--	--	P	R	--	--	--	NR
<i>Actinastrum hantzschii</i>	--	--	P	--	E	P	--	P	E	
<i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>subtile</i>	--	P	F	--	P	--	--	--	--	NR
<i>Didymogenes anomala</i>	--	--	--	--	E	--	--	--	--	NR
<i>Lagerheimia genevensis</i>	--	--	R	--	R	--	--	--	--	NR
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	--	A	F	P	F	E	A	A	E	
<i>Crucigenia fenestrata</i>	--	--	--	--	R	--	--	--	--	
<i>Lemmermannia triangularis</i>	P	P	F	--	--	P	--	P	P	
Conjugatophyceae										
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>elegans</i>	--	--	E	R	E	E	--	E	E	
<i>Cosmarium granatum</i>	--	--	E	--	F	R	--	--	--	
<i>Pleurotaenium trabecula</i>	E	--	--	--	--	--	--	--	--	NR
<i>Closterium acerosum</i>	E	--	E	--	P	R	--	F	--	
<i>Closterium praelongum</i> var. <i>brevius</i>	--	R	--	--	E	--	--	E	--	
<i>Closterium leibleinii</i>	--	R	--	--	P	R	--	F	--	
<i>Closterium venus</i>	--	R	E	--	E	P	--	F	--	
<i>Haplotaenium minutum</i>	--	--	R	--	--	--	--	--	--	NR
<i>Mougeotia</i> sp.	--	R	--	--	P	R	--	--	--	
<i>Spirogyra</i>	--	--	--	--	F	P	--	--	--	
Klebsormidiophyceae										
<i>Elakatothrix viridis</i>	--	--	--	--	--	R	--	--	--	NR

Abundante (A), Frecuente (F), Presente (P), Escasa (E), Rara (R), Nuevos registros (NR), Vaso oeste (VO), Vaso central (VC), Vaso este (VE).

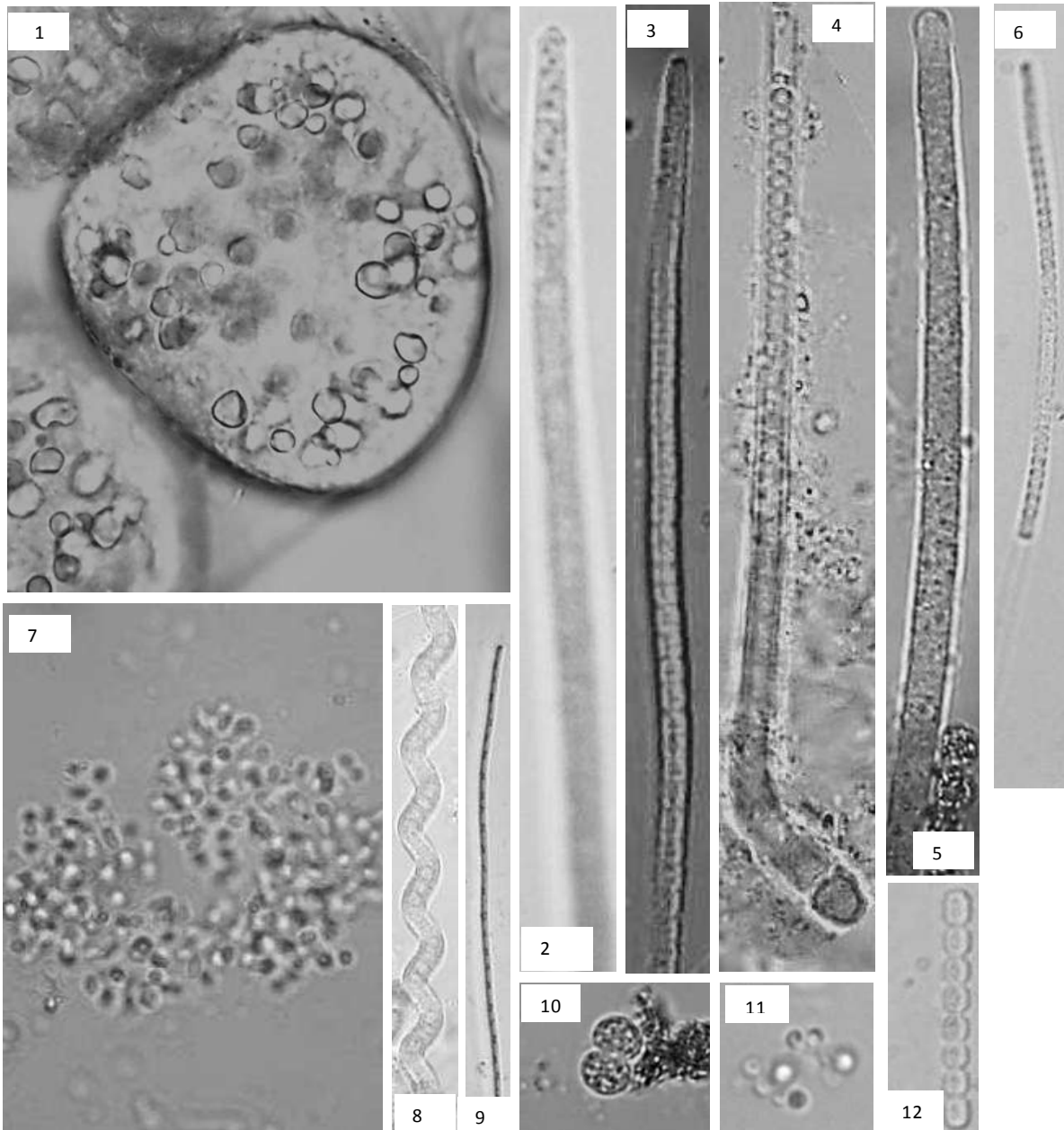


Lámina 1. 1. Nuevos registros: *Aphanothece conglomerata* (1), *Microcoleus beggiatoiformis* (2), *Phormidium terebriforme* (3), *Calothrix polymorpha* (4), *Phormidium chlorinum* (5), *Leptolyngbya boryana* (6), *Aphanocapsa incerta* (7), *Arthrospira jenneri* (8), *Phormidium acidophilum* (9), *Synechocystis salina* (10), *Snowella litoralis* (11) y *Leptolyngbya boryana* (12).

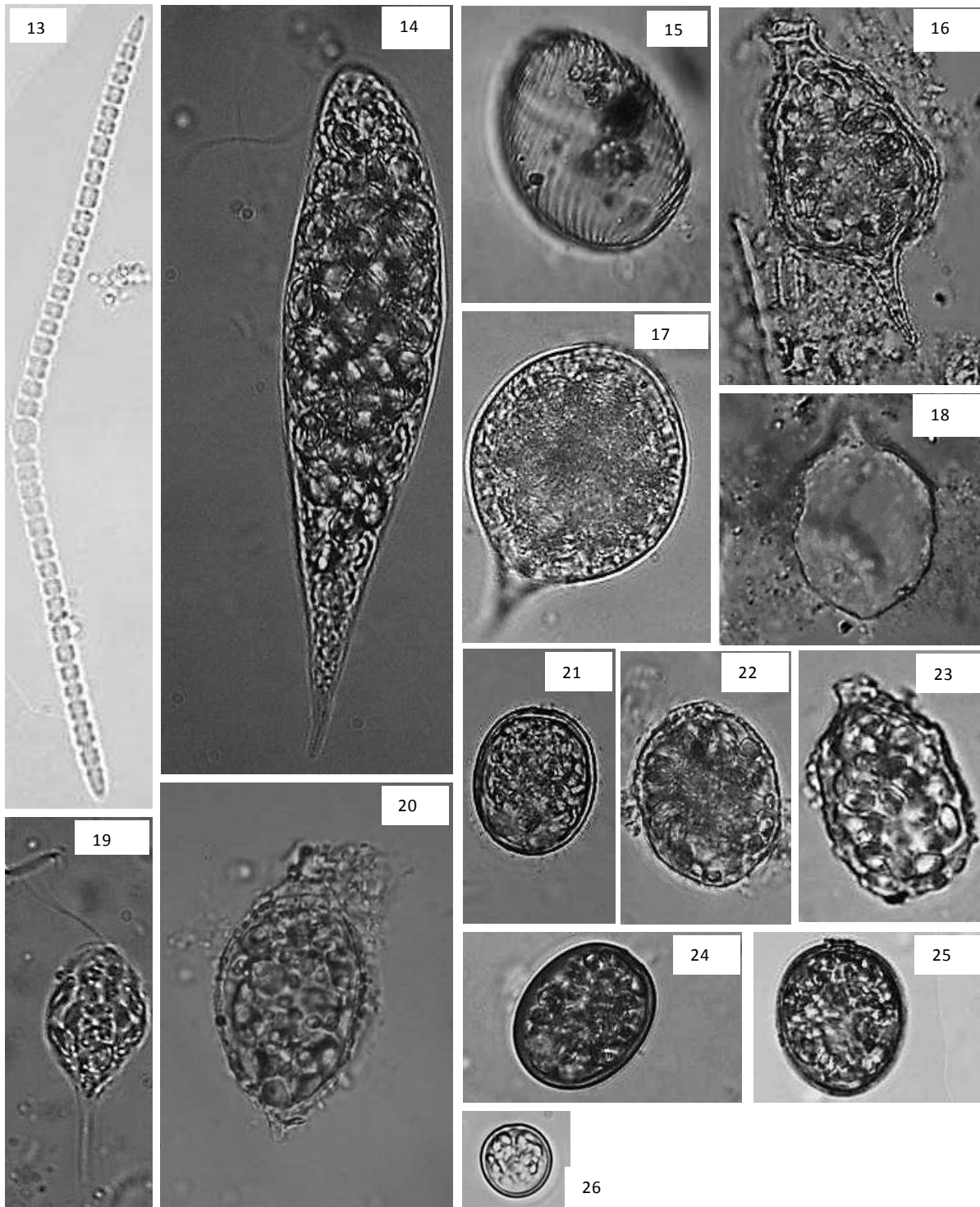


Lámina 1.2. Nuevos registros: *Trichormus propinquus* (13), *Euglenaria caudata* (14), *Lepocinclis salina* (15), *Strombomonas giardiana* (16), *Lepocinclis texta* var. *richardiana* (17), *Strombomonas deflandrei* (18), *Lepocinclis capito* (19), *Trachelomonas bernardinensis* (20), *Trachelomonas hispida* (21), *Trachelomonas scabra* (22), *Trachelomonas silvatica* (23), *Trachelomonas zorensis* (24), *Trachelomonas abrupta* var. *abrupta* (25), *Trachelomonas volvocina* (26).

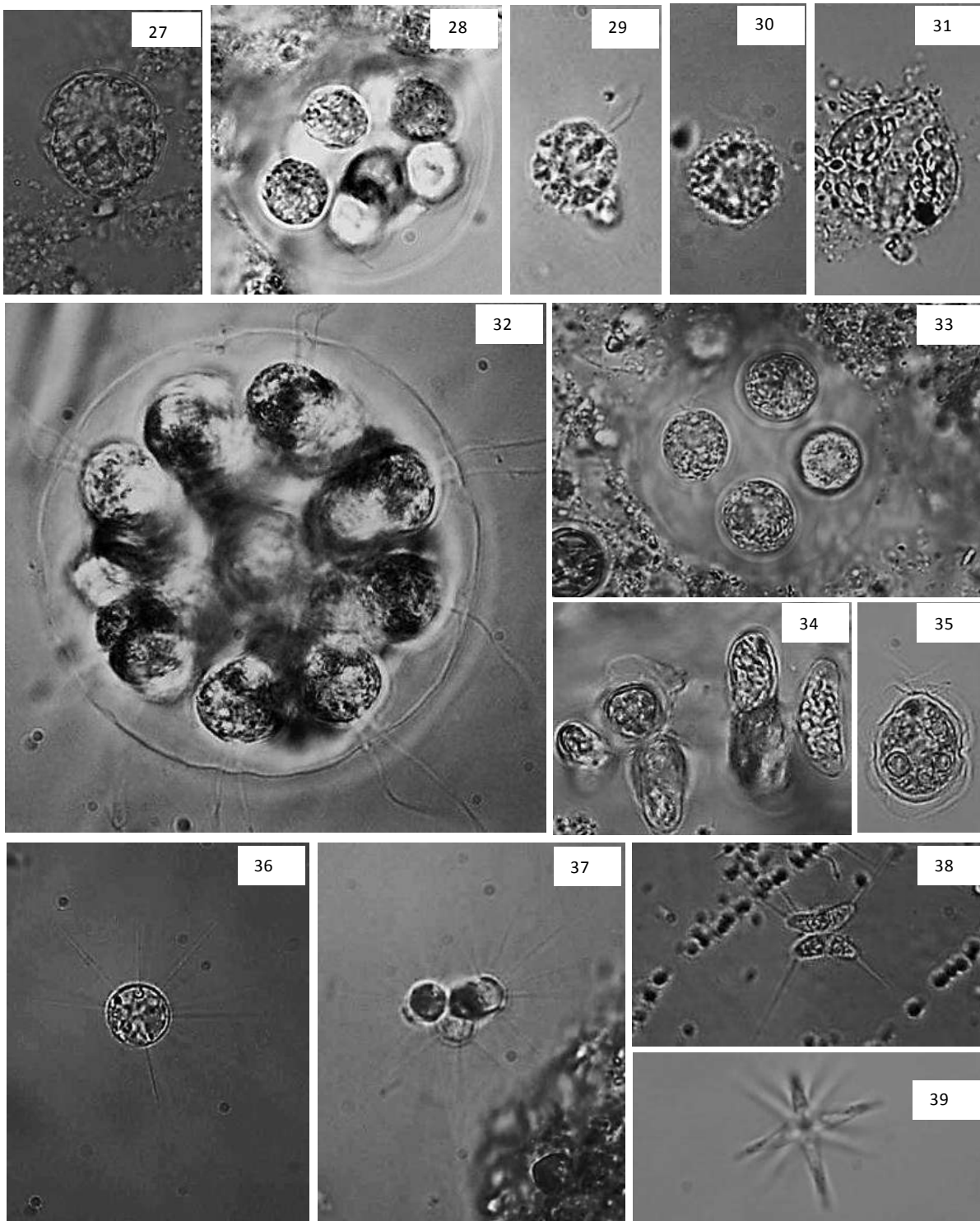


Lámina 1. 3. Nuevos registros: *Gymnodinium* sp. (27), *Sphaerocystis planctónica* (28), *Fortiella brunnea* (29), *Pteromonas denticulata* (30), *Chloromonas subdivisa* (31), *Eudorina elegans* (32), *Gloeococcus alsius* (33), *Dimorphococcus lunatus* (34), *Pteromonas aequiciliata* (35), *Micractinium pusillum* var. *elegans* (36), *Micractinium quadrisetum* (37), *Didymogenes anomala* (38) y *Actinastrum hantzschii* var. *subtile* (39).

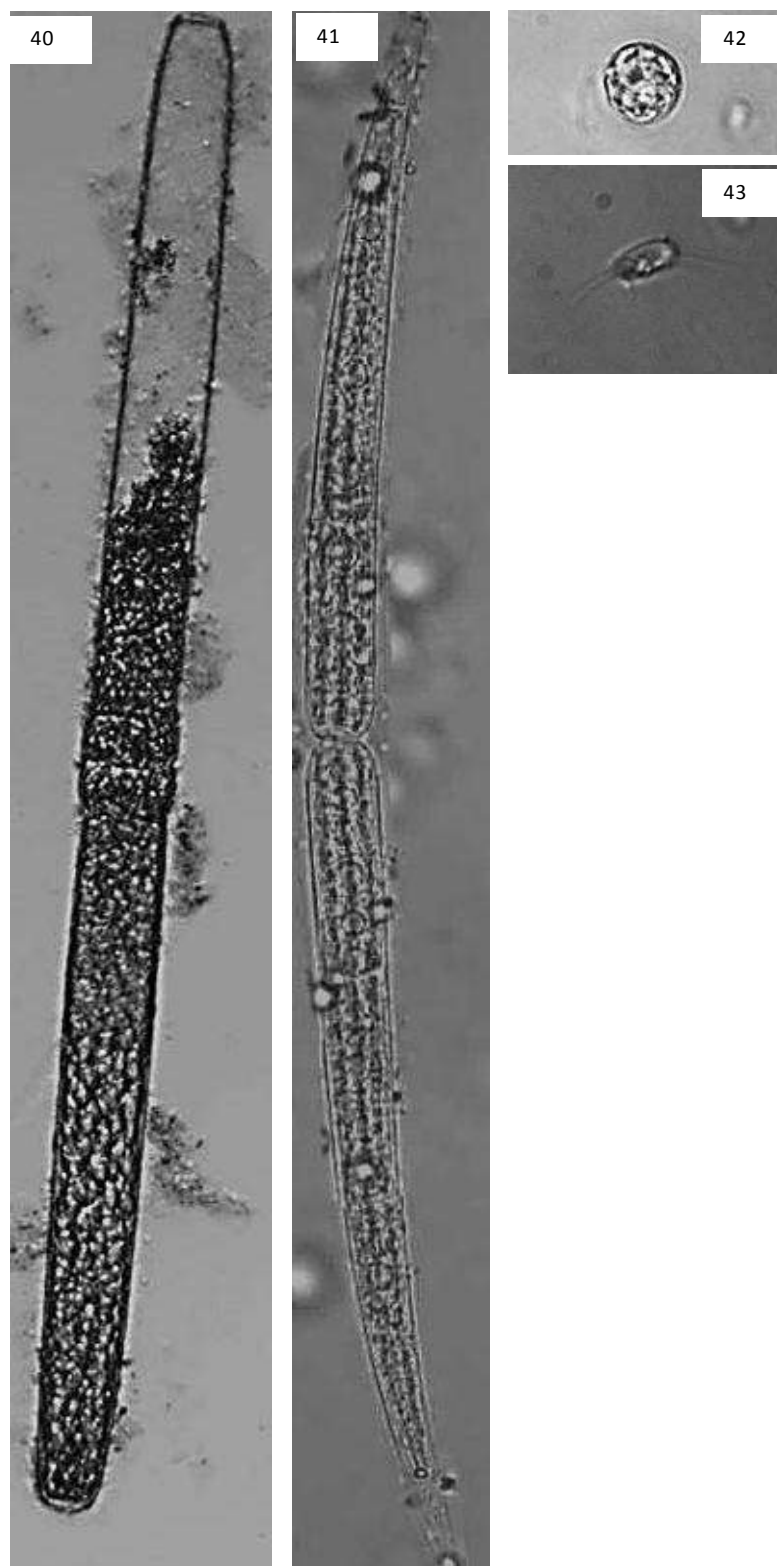


Lámina 1. 4. Nuevos registros: *Pleurotaenium trabecula* (40), *Haplotaenium minutum* (41), *Chloromonas depauperata* (42) y *Lagerheimia subsalsa* (43).

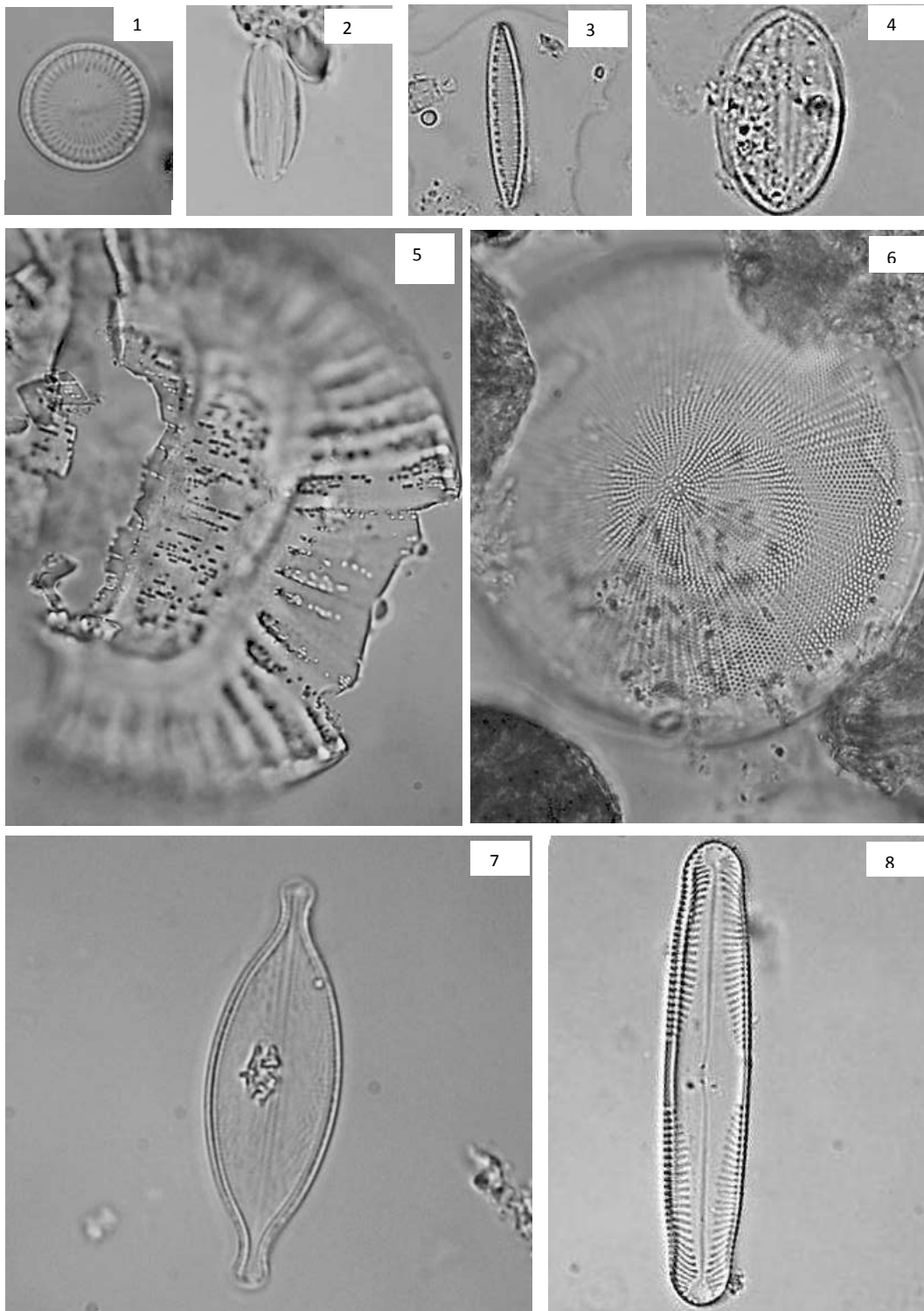


Lámina 1. 5. Especies permanentes: *Cyclotella meneghiniana* (1), *Amphora libyca* (2), *Nitzschia amphibia* (3), *Cocconeis placentula* (4), *Campylodiscus clypeus* (5), *Stephanodiscus niagarae* (6), *Anomoeoneis sphaerophora* (7) y *Rhopalodia gibba* var *gibba* (8)

BIBLIOGRAFÍA

- Alcocer J. y U.T. Hammer. 1998. Saline lake ecosystems of México. *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 1: 291-315.
- Alvarado DJJ, Zubieta RT, Ortega MMR, Chacón TA, Espinoza GR. 1984. Hipertroficación en un lago tropical somero (Lago de Cuitzeo, Michoacán, México). *Revista Biológica*, 1: 1-22.
- Bravo, M., G. Barrera, M. E. Mendoza, J.T. Sáenz, F. Bahena, R. Sánchez. 2012. Contribuciones para el desarrollo sostenible de la cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán. INIFAP-Campo Experimental Uruapan, Michoacán. UNAM-Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Morelia, Michoacán, México. 345 pp.
- Carlón Allende T. y M E. Mendoza. 2007. Análisis hidrológico de las estaciones de la cuenca del lago de Cuitzeo. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Issn 0188-4611. Num. 63. 56-76 pp.
- Ceballos CJGA, Ortega MMR, Medina NM, Martínez-Trujillo M, Rodríguez JLS González SS. 1994. Análisis Limnológico del lago de Cuitzeo Michoacán, México. *Revista Biológica*, 4: 45 p.
- Comas, A. G. 1996. *Los Chlorococales dulceacuícolas de Cuba*. J. Cramer. Stuttgart Berlin. 100 pp.
- Conforti, V. 1986. *Euglenophyta*. Strauss Offsetdruck. Hirschberg, Germany. 301 pp.
- Cram S., L. Galicia e I. Israde-Alcantara. 2010. *Atlas del Lago de Cuitzeo: Análisis de su Geografía y Entorno Sicioambiental*. UNAM, UMSNH. 314 pp.
- Dillard, G. E. 1990. *Freshwater algae of the Southeastern United States Part. 3. Chlorophyceae: Zygnematales: Zygnemataceae, Mesotaenaceae, and desmidiaceae (section 1)*. J. Cramer Germany. 172 pp.
- Edwards R. W. y M.P. Brooker. 1982. *The ecology of the Wye*. Springer Science & Business Media. London. 176 pp.
- Ettl, Hanuš. 1978. *Xanthophyceae 1. Teil*. J. Cramer. Stuttgart, New York. 530 pp.
- Heckman C. W. 2013. *Rice Field Ecology in Northeastern Thailand*. Springer Science & Business Media. 227 pp.
- Hurtado, A. A. 2015. *Limitación nutrimental y sus efectos en la productividad acuática en el Lago de Cuitzeo, Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 92 pp.
- Iserentant R., L. Ector, F. Straub y D.U. H. Becerril. 1999. Mé-thodes et techniques de préparation des échantillons de diatomées. *Cryptogamie Algology* 20: 143-148 pp.

- Israde Alcántara I. 1997. Neogene diatoms of Cuitzeo lake, central sector of the trans-mexican volcanic belt and their relationship with the volcano-tectonic evolution. INQUA/Elsevier Science Lid. 137-143 pp.
- Israde Alcántara, I., Garduño-Monroy, V.H., 1999, Lacustrine record in a volcanic intra-arc setting: The evolution of the Late Neogene Cuitzeo Basin System (Central Western Mexico, Michoacán): *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 151, 209-227.
- Israde Alcántara, I., Miller, W.E., Garduño-Monroy, V.H., Barron, J., Rodriguez-Pascua, M.A., 2010, Palaeoenvironmental significance of diatom and Vertebrate fossils from Late Cenozoic Tectonic Basins in west-central México: A review: *Quaternary International*, 219, 79-94.
- Israde-Alcántara, I., Garduño-Monroy, V.H., Ortega-Murillo, R., 2002, Paleoambiente lacustre del Cuaternario tardío en el centro del lago de Cuitzeo: *Hidrobiologica*, 2, 61-78.
- John, M. D., B. A. Whitton y A. J. Brook. 2002. The freshwater algae flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae. Cambridge University Press. 702 pp.
- Komárek J. y K. Anagnostidis 2005. *Cyanoprokaryota 2 Teil: Oscillatoriales*. Elsevier. Italy. 759 pp.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis. 2001. *Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales*. Ed. Spektrum Akademischer Verlag. 548 pp.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis. 2002. *Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales*. Ed. Spektrum Akademischer Verlag. 759pp.
- Komárek, J. & B. Fott. 1983. *Das Phytoplankton des Süßwasser Systematik und Biologie. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales*. Von Huber-Pestalozzi. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u Obermiller) Stuttgart, Germany.
- Krammer, K. 2000. *Diatoms of Europe*. Ed. Lange-Bertalot. Vol I. The genus *Pinnularia*. H. Lange-Bertalot (Ed.). ARG Gantner Verlag K.G. 703 pp. y 217 Plates.
- Krammer, K. 2002. *Diatoms of Europe*. Ed. Lange-Bertalot. Vol III. *Cymbella*. Gantner Verlag K.E. Germany. 584 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1986. *Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae*. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.) *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/1*:876 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart. 876 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1988. *Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Ephitemiaceae, Surirellaceae*. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.) *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/2*: 596 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991a. *Bacillariophyceae. Teil 3: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae*. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer

- (eds.) Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/3: 576 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae. Teil 4: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Gesamtliteraturverzeichnis Teil ¼. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.) Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/4:438 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart.
- Licea, D. S. 1974. Sistemática y distribución de las diatomeas de la laguna de Agiabampo Son. /Sin. México. An. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM, 1(1): 99-156 pp.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega. S. A. Barcelona, España. 1010 pp.
- Novelo E. 2012a. Chlorophyta Pascher. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 86 pp.
- Novelo E. 2012b. Bacillariophyta Hustedt. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 230 pp.
- Ortega MMR. 2002. La evolución del lago de Cuitzeo últimos 18.000 años con base en estudio de la comunidad de diatomeas del fitoplancton, perifiton y bentos y del pasado. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 94p.
- Ortega, M. M. del R., Alvarado Villanueva, R. Hernández-Morales, Israde Alcántara I, Sánchez Heredia J.D., Arredondo Ojeda M. y Martínez Sánchez I., 2009. Abundancia y distribución en un lago hiposalino, Michoacán, México. *Biológicas*, no. 11, 56-63 pp.
- Ortega-Murillo M. R. 1985. Contribución al conocimiento del fitoplancton del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 108 pp.
- Ortega-Murillo MR, R Alvarado-Villanueva, JD Sánchez-Heredia, R Hernández-Morales, M. Arredondo-Ojeda e Ivón Martínez Sánchez. 2011. Abundancia y distribución del fitoplancton en un lago hiposalino, Michoacán, México. *Biológicas*. 13 (2): 15-20.
- Ortega-Murillo MR, R Alvarado-Villanueva, R Hernández-Morales, y JD Sánchez-Heredia 2010 Evolución trófica de un lago trófico hiposalino con base al fitoplancton. *Biológicas* 12(2): 75-81
- Patrick R. y W. C. Reimer. 1966. The diatoms of the United States exclusive of Alaska Hawaii. Monograph of the Academy of natural Sci. of Philadelphia. I (13); XI 688 pp.
- Patrick R. y W. C. Reimer. 1975. The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Monograph of the Academy of natural Sci. of Philadelphia. II (13); XI 213 pp.

- Peixoto R. G. J., C. E. Mattos Bicudo, A. Góes Neto y C. W. Nascimento Moura. 2012. *Monoraphidium* and *Ankistrodesmus* (Chlorophyceae, Chlorophyta) from Pantanal dos Marimbus, Chapada Diamantina, Bahia State, Brazil. *Hoehnea* 39(3): 421-434 pp.
- Prescott, R. y Vinyard C. W. 1982. A sinopsis of north American desmids. University of Nebraska Press. United States of American. 685 pp.
- Rojas Moreno J. y A. Novelo Rentana. 1995. Flora y vegetación acuáticas del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*. 31: 1-17 pp.
- Round, F. E., R. Crawford M. y D. Mann G. 2000. *The Diatoms biology y Morphology of the Genera*. Cambridge University Press. Great Britain. 747 pp.
- Round, F. E., R.M. Crawford y D.G. Mann. 1990. *The Diatoms Biology y Morphology of the Genera*. Press Syndicaty of the University of Cambridge. United Kingdom. 747 pp.
- Soto G. E., J. Paulo Maya, E. Lopez Lopez y J. A. Serna Hernández. 1999. Change in Fish Fauna as Indication of Aquatic Ecosystem Condition in Ri'ó Grande de Morelia–Lago de Cuitzeo Basin, Mexico. *Environmental Management* vol 24, No 1, 133-140 pp.
- Wehr J. D., R. G. Sheath y J. P. Kociolek. 2015. *Freshwater Algae of North America, Ecology and Classification*. Elsevier. 2^a ed. London. 1066 pp.
- Whitford A. L. y J. G. Schumacher. 1973. *A Manual of Fresh-Water algae*. Published by Sparks Press Raleigh N. C. 324 pp.

7.4 Capítulo 2

Relación ecológica entre el fitoplancton y el perifiton en un sistema tectónico volcánico.

Ecological relationships between periphyton and phytoplankton in a volcanic tectonic system.

RESUMEN

En los sistemas acuáticos el gremio de los productores primarios se encuentra integrado por microalgas (fitoplancton y perifiton) y las macrofitas. Las comunidades del fitoplancton y el perifiton mantienen una estrecha relación, vinculada con el espacio entre el sustrato y la columna del agua, haciendo difícil su delimitación, desencadenando diversas interacciones entre ambas comunidades. La presente contribución analiza la relación existente entre la estructura de la comunidad de microalgas adheridas y planctónicas en el lago de Cuitzeo. Se realizaron salidas al campo durante el 2012 (agosto-diciembre), 2013 (junio-octubre) y 2014 (diciembre), se tomaron muestras del perifiton (cepillos de cerdas suaves y cuadrantes de 5 x 5 cm²) y del plancton (red cónica de arrastre y tomas directas) de siete sitios, depositadas en frascos de 250 mL, fijadas con formol al 4%. Se identificaron 251 especies, de las cuales Bacillariophyceae encabezó la riqueza. Las especies con mayor densidad celular del perifiton y fitoplancton fueron *Nitzschia frustulum*, *Navicula erifuga*, *Nitzschia palea*, *Spirulina prínceps* y *Snowella litoralis*. La diversidad y dominancia de las dos comunidades presentaron una relación inversa. El análisis de similitud entre ambas exhibe un valor mayor entre el perifiton de los sitios Capacho y Copandaro ubicados en el vaso oeste. La equitatividad presentó un valor alto en el perifiton. Las especies del perifiton y fitoplancton fueron ordenadas por la temperatura del agua, transparencia, conductividad eléctrica, salinidad, pH, oxígeno disuelto, dureza total, alcalinidad total, demanda bioquímica de oxígeno, fósforo, nitratos y amonio. Se concluye existe una elevada interacción entre el fitoplancton y perifiton, por competencia principalmente por luz y nutrientes, que favorecen a la dominancia y equitatividad del fitoplancton y al incremento de la diversidad del perifiton.

Palabras clave: microalgas, relación ecológica, Lago de Cuitzeo.

SUMMARY

In aquatic systems the primary producers group is composed of microalgae (phytoplankton and periphyton) and macrophytes. The communities of phytoplankton and periphyton maintain a close relationship, linked with the space between the substrate and the water column, making it difficult to delimitation, triggering various interactions between the two communities. This contribution analyzes the relationship between the structure of the community of adhered and planktonic microalgae in Lake Cuitzeo. Field trips in 2012 (August to December), 2013 (June-October) and 2014 (December) were made, samples of periphyton (soft bristle brushes and squares of 5 x 5 cm²) and plankton (drag with conical net and direct samples) at seven sites, deposited in 250 mL bottles, fixed with 4% formaldehyde. 251 species were identified, headed by Bacillariophyceae. The species with higher cell density of phytoplankton and periphyton were *Nitzschia frustulum*, *Navicula erifuga*, *Nitzschia palea*, *Spirulina princeps* and *Snowella litoralis*. Diversity and dominance of the two communities showed an inverse relationship. The analysis of similarity between both exhibits a higher value between the periphyton of Capacho and Copandaro sites located in the west glass. The evenness presented a high value on periphyton. The species of phytoplankton and periphyton were ordered by the water temperature, transparency, conductivity, salinity, pH, dissolved oxygen, total hardness, total alkalinity, biochemical oxygen demand, phosphorus, nitrates and ammonium. It is concluded there is a strong interaction between periphyton and phytoplankton, mainly by competition for light and nutrients, which favor dominance and evenness of phytoplankton and increased diversity of periphyton.

Keywords: microalgae, ecological relationship, Lake Cuitzeo.

INTRODUCCIÓN

Una comunidad comprende todas las poblaciones de organismos de diferentes especies que habitan en un ambiente en común, el cual está situado en determinado tiempo y espacio (Curtis y Massarini, 2008).

Las interacciones entre las especies de distintas comunidades pueden generar procesos ecológicos y evolutivos, las cuales definen la permanencia o extinción de especies en escala geográfica o temporal (Squeo *et al*, 2006).

Dichas interacciones confieren la estructura de la comunidad; En cada comunidad de seres vivos existen interacciones entre cada uno de los componentes que lo integran ya sea factores abióticos (suelo, clima, el intercambio de sales, alimento, entre otros) o bióticos (como la abundancia de herbívoros, depredadores, patógenos, etc.) (Conell 1980; y Squeo *et al*, 2006).

Al sufrir cambios en algún factor de la comunidad biológica, esta altera los otros factores de la misma y de las que se encuentran vecinas a esta, provocando una probable interacción entre ellas. En la mayoría de los casos cuando dichos cambios son prolongados anormalmente, las comunidades se modifican completamente. Asimismo, si el número de especies incrementa o disminuye, dichas comunidades se verán modificadas (Conell 1980; Vadeboncouber y Steinman, 2002; y Lars 1992).

En comunidades fotosintéticas acuáticas como es el caso del perifiton y del fitoplancton se dice que cuando la comunidad del perifiton es dominante el plancton se verá afectado al reducir su densidad celular y viceversa (Vadebocoeur y Steinman, 2002 y Havens *et al.*, 1996).

La fluctuación de la estructura de cada una de las comunidades es atribuida a la variación del estado trófico de los diferentes ecosistemas acuáticos. Según el modelo que explican Vadeboncouber y Steinman, 2002, en cuerpos de agua oligotróficos el perifiton será dominante ya que las algas que se encuentran adheridas además de ser las primeras en tener acceso a los nutrientes es mayor el paso y la captación de luz debido a las bajas densidades del fitoplancton que permiten el paso hasta el bentos, mientras que en ambientes eutróficos

a hipertróficos la comunidad dominante será la planctónica ya que su mayor densidad atenúan la columna de agua impidiendo el paso de la luz haciendo que baje la densidad algal de la comunidad adherida.

En sistemas someros oligotrófico o eutrófico la limitación por luz y nutrientes siempre afectará la disponibilidad del perifiton, sin embargo, en sistemas poco profundos oligotróficos el desarrollo del perifiton será dominante sobre el fitoplancton (Lars-Anders, 1988).

La interacción entre las especies del fitoplancton y del perifiton en sistemas poco profundos, se ha estudiado poco, debido a que la mayoría de las contribuciones solo se enfocan en el análisis por separado de las comunidades de algas, sin incluir estudios simultáneos de ambos componentes (litoral y columna). Generalmente, no se sabe en qué medida las dos comunidades comparten especies y si existe algún efecto en la sucesión temporal de los componentes de ambos gremios autótrofos.

Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo de determinar la relación existente entre la estructura de la comunidad del fitoplancton y el perifiton en un lago con tendencia a la hipertrofia

ÁREA DE ESTUDIO

El lago de Cuitzeo se localiza al noreste del estado de Michoacán y al sureste del estado de Guanajuato, entre las coordenadas 19°53'15" N- 20°04'34" N y 100°50'20" O-101°19'34" O. Ubicado en el sistema tectónico-volcánico en la Región Volcánica de la Meseta Tarasca al norte del estado de Michoacán a 1880 msnm, abarcando un superficie de 420 km², (Israde *et al.*, 2010).

Pertenece a la región Hidrológica No. 12 del Río Lerma-Chapala, el cual, es considerado un sistema polimítico, con una columna del agua reducida, donde la profundidad promedio es de 0.26 m, mientras que la máxima es de 1.0 m. Los ríos más importantes se ubican al este y sureste del espejo de agua (Alcocer y Hammer, 1998 e Israde *et al.*, 2010).

Presenta un clima de templado seco al templado húmedo. La flora acuática está constituida por plantas xerofitas, halofilas, *Typha* y *Sagittaria*, mientras que la fauna está integrada por

grupos como Goodeidae, Cyprinidae y Atherinidae, culebras y aves migratorias (Alvarado *et al.*, 1984; Israde *et al.*, 2002; y Bravo *et al.*, 2012).

El lago, por su heterogeneidad espacial se ha dividido limnológicamente en tres zonas. Según Hurtado (2015), el vaso este posee una columna del agua perenne con una profundidad promedio de 52.6 cm, con valores medios de 1.09 ‰ de salinidad, con 0.65 mg L⁻¹ de fósforo y 46.41 mg L⁻¹ de nitrógeno, mientras que en la sección central presenta un nivel lacustre promedio de 36.2 cm, con un contenido medio de 1.73 ‰ de salinidad, 1.16 mg L⁻¹ de fósforo y 45.78 mg L⁻¹ de nitrógeno, finalmente el vaso oeste presenta una profundidad promedio de 17.3 cm, con aguas con concentraciones intermedias de 6.16 ‰ de salinidad, 3.09 mg L⁻¹ fósforo y de nitrógeno 34.45 mg L⁻¹.



Figura 2.1. Ubicación geográfica del Lago de Cuitzeo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La obtención del material ficológico se obtuvo mediante salidas al campo durante agosto-diciembre del 2012, marzo-junio del 2013 y diciembre del 2014, se tomaron muestras de siete sitios de muestreo.

Se colectaron muestras del fitoplancton mediante filtrados estacionales con ayuda de una red cónica de arrastre con apertura de malla de 10 y 32 μm (método cualitativo) y por tomas directas (método cuantitativo), el material biológico fue depositado en frascos de 250 mL.

Cada muestra de la comunidad del perifiton se obtuvo de aquellos sustratos naturales que fueran representativos por medio de raspados horizontales con ayuda de cepillos de cerdas suaves (método cualitativo) y de un cuadrante de 25 cm^2 (método cuantitativo), las cuales fueron depositados en frascos de 250 mL con agua libre de material biológico.

El total de muestras obtenidas fueron preservadas (fijadas con formol al 4%), etiquetadas con los datos de campo y almacenadas en el Herbario Ficológico (EBUM), de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Se tomaron variables físicas y químicas para caracterizar cada uno de los sitios de muestreo

Análisis del material biológico

La identificación de las especies se realizó con un microscopio marca AmScope con los objetivos de 40 y 100X, siguiendo los sistemas taxonómicos propuestos Patrick y Reimer (1966, 1975); Whitford y Schumacher (1973); Prescott y Vinyard (1982); Krammer y Foot 1983; Conforti (1986); Ettl 1987; Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a y 1991b); Round *et al.*, (1990 y 2000); Dillard (1990); Comas (1996); Krammer K. (2000 y 2002); Komárek y Anagnostidis (2001, 2002 y 2005) y John *et al.*, (2002). Mediante la técnica de Iserentant *et al.*, 1999 se realizó la limpieza de los frústulos de las diatomeas para su correcta identificación.

El conteo de células de las especies del fitoplancton y del perifiton se realizó por conteo directo mediante la sedimentación de 0.01 ml de cada muestra con base a la técnica

modificada de Utermöhl (1957) y revisiones con un microscopio invertido modelo ID03 marca ZEISS con el objetivo de 32 X.

Análisis de datos

La abundancia de las especies de fitoplancton y del perifiton se comparó espacial y temporalmente por grupo, a su vez se registraron las especies que describen más del 80% de la abundancia.

Los atributos de la comunidad del fitoplancton y del perifiton se estimaron de manera espacial y temporalmente.

La diversidad de las dos comunidades de algas se estimó con el paquete estadístico Bootol's versión 0.10 (Hanks 1988) con base en el índice de Shannon-Wiener (Moreno, 2001). La Dominancia se calculó con el paquete estadístico Bootol's versión 0.10 utilizando el índice de Simpson (Moreno, 2001). El análisis de similitud se obtuvo con el índice de Jaccard, así también se determinó la equitatividad, ambos con el estadístico MVSp versión 3.0.

Las preferencias de hábitat de las especies de las dos comunidades de microalgas se determinó siguiendo un análisis de ordenación, aplicando un decorana, mismo que utilizó variables fisicoquímicas depuradas previamente por un análisis de correlación múltiple y un análisis de componentes principales, haciendo uso de los programas PC-ord versión 4.10 y JMP versión 3.2.

RESULTADOS

COMPOSICIÓN TAXONÓMICA

De 213 muestras planctónicas y perifíticas se identificaron un total de 251 especies de microalgas, distribuidas en 12 clases, cuatro subclases, 30 órdenes, 64 familias y 100 géneros.

La riqueza de especies estuvo encabezada por clase Bacillariophyceae (81), seguida de la clase Chlorophyceae (55), le continua Cyanophyceae (36), Euglenophyceae (34), mientras que los taxa con menor número de especies fueron Trebouxiophyceae (13), Conjugatophyceae (11), Fragillariophyceae (8), Mediophyceae (4), Dynophyceae (4), Xanthophyceae (3), Coscinodiscophyceae y Klebsormidiophyceae (1).

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD

Abundancia relativa

La abundancia relativa de la comunidad adherida y la planctónica está representada por 36 especies, de las cuales *Spirulina princeps* registró altas concentraciones celulares en ambas asociaciones algales durante toda la temporada de estudio, principalmente en el fitoplancton con un máximo en junio del 2013.

Los porcentajes mayores de abundancia relativa en la comunidad perifítica y planctónica se presentaron principalmente en diciembre del 2014. En esta misma época las especies del perifiton con mayor densidad relativa fueron *Navicula erifuga*, *Nitzschia* sp, *N. amphibia* y *N. frustulum*, mientras que en el fitoplancton fueron *Euglena pusilla* var. *longa*, *Nitzschia gracilis* y *Chloromonas subdivisa* (cuadro 2.1.).

Cuadro 2.1. Microalgas perifíticas y fitoplanctónicas con alto porcentaje de abundancia relativa

ESPECIES	PERIFITON					FITOPLANCTON					AL	FC
	2012		2013		2014	2012		2013		2014		
	AGO	DIC1	JUN	OCT	DIC2	AGO	DIC1	JUN	OCT	DIC2		
<i>Coelosphaerium minutissimum</i>	0.0	0.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	A	CO
<i>Snowella litoralis</i>	0.3	1.0	0.2	0.4	0.1	1.0	1.2	0.3	0.4	0.3	A	CO
<i>Merismopedia hyalina</i>	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	1.8	4.2	0.1	0.1	0.1	A	CO
<i>Merismopedia warmingiana</i>	0.6	5.8	0.0	0.2	0.0	0.2	0.5	0.0	0.1	0.7	A	FU
<i>Oscillatoria serpentina</i>	15.1	0.1	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	FU
<i>Spirulina princeps</i>	20.9	38.6	87.8	80.3	0.0	86.1	84.5	98.2	97.7	0.2	A	FU
<i>Geitlerinema</i>	0.1	0.0	4.1	0.9	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	A	FU
<i>Anabaena phalax</i>	0.2	0.3	0.0	0.8	0.0	1.1	1.8	0.2	0.4	0.0	A	FU
<i>Nodularia</i>	0.3	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	A	FU

<i>spumigena</i>												
<i>Leptolyngbya boryana</i>	0.2	1.6	0.0	0.2	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	FU
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0.1	0.4	0.0	4.6	0.3	0.5	0.0	0.0	0.5	4.2	A	SO
<i>Amphora libyca</i>	0.1	1.3	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	A	SO
<i>Halamphora veneta</i>	0.4	1.4	0.0	0.0	4.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	A	SO
<i>Anomoeoneis costata</i>	0.0	3.4	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	SO
<i>Gomphonema parvulum</i>	1.5	0.8	0.0	0.1	1.9	0.0	0.2	0.0	0.0	2.4	A	SO
<i>Navicula erifuga</i>	5.0	16.9	4.1	3.4	17.2	0.1	1.0	0.0	0.1	5.7	A	SO
<i>Pinnularia gibba</i>	0.0	0.0	0.0	0.1	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	A	SO
<i>Rhopalodia brebissonii</i>	0.0	1.7	0.0	0.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	A	SO
<i>Fallacia pygmaea</i>	0.5	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	1.4	A	SO
<i>Nitzschia sp.</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	SO
<i>Nitzschia palea</i>	0.7	0.1	0.0	0.0	0.8	0.2	0.1	0.0	0.0	1.7	A	SO
<i>Nitzschia amphibia</i> var. <i>amphibia</i>	8.5	5.0	0.1	1.4	9.1	0.1	1.4	0.0	0.0	6.1	A	SO
<i>Nitzschia clausii</i>	0.6	10.2	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	A	SO
<i>Nitzschia gracilis</i>	0.0	0.1	0.0	0.3	2.7	0.1	0.0	0.0	0.0	13.8	A	SO
<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>frustulum</i>	25.3	3.2	0.0	3.6	12.7	0.2	1.4	0.0	0.0	4.0	A	SO
<i>Euglena pusilla</i> var. <i>longa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	M	SO
<i>Euglena tuberculata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	M	SO
<i>Euglenaria caudata</i> var. <i>minor</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	M	SO
<i>Chlamydomonas sp</i>	0.0	2.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	A	SO
<i>Chlamydomonas metapyrenigera</i>	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.7	0.0	0.0	0.0	3.9	A	SO
<i>Chloromonas subdivisa</i>	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	11.5	A	SO
<i>Monoraphidium minutum</i>	12.7	0.2	0.1	0.1	0.2	2.8	0.2	0.2	0.0	0.0	A	SO
<i>Monoraphidium contortum</i>	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.8	0.2	0.2	0.0	3.7	A	SO
<i>Kircheneriella sp.</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	1.5	A	SO
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	A	CE
<i>Stigeoclonium tenue</i>	0.2	0.1	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	A	TA

Agosto (AGO), Diciembre (DIC), Junio (JUN), Octubre (OCT), Rara (R), Alimentación (AL), Autótrofa (a), Mixótrofa (M), Forma de crecimiento (FC), Solitaria (SO), Colonial (CO), Cenobial (CE), Filamentoso uniseriado (FU), Taloide (TA)

Diversidad alfa perifítica y planctónica

El análisis de la diversidad de Shannon en las dos comunidades de microalgas fluctuó en todo el periodo de estudio (figura 2.2.), en el perifiton osciló entre 0.03 a los 3.0, mientras que en el fitoplancton los valores se distribuyeron entre los 0.08 a los 2.6.

El dato mayor de diversidad se registró en la comunidad del perifiton en San Agustín en octubre del 2013, en esta misma temporada el menor valor se presentó en el fitoplancton en Iramuco.

A lo largo del análisis, la diversidad estuvo mejor representada en la comunidad perifítica, al presentar los picos más altos en la mayoría de los sitios y las temporadas, mientras que el fitoplancton registró con mayor frecuencia los valores más bajos espacial y temporalmente.

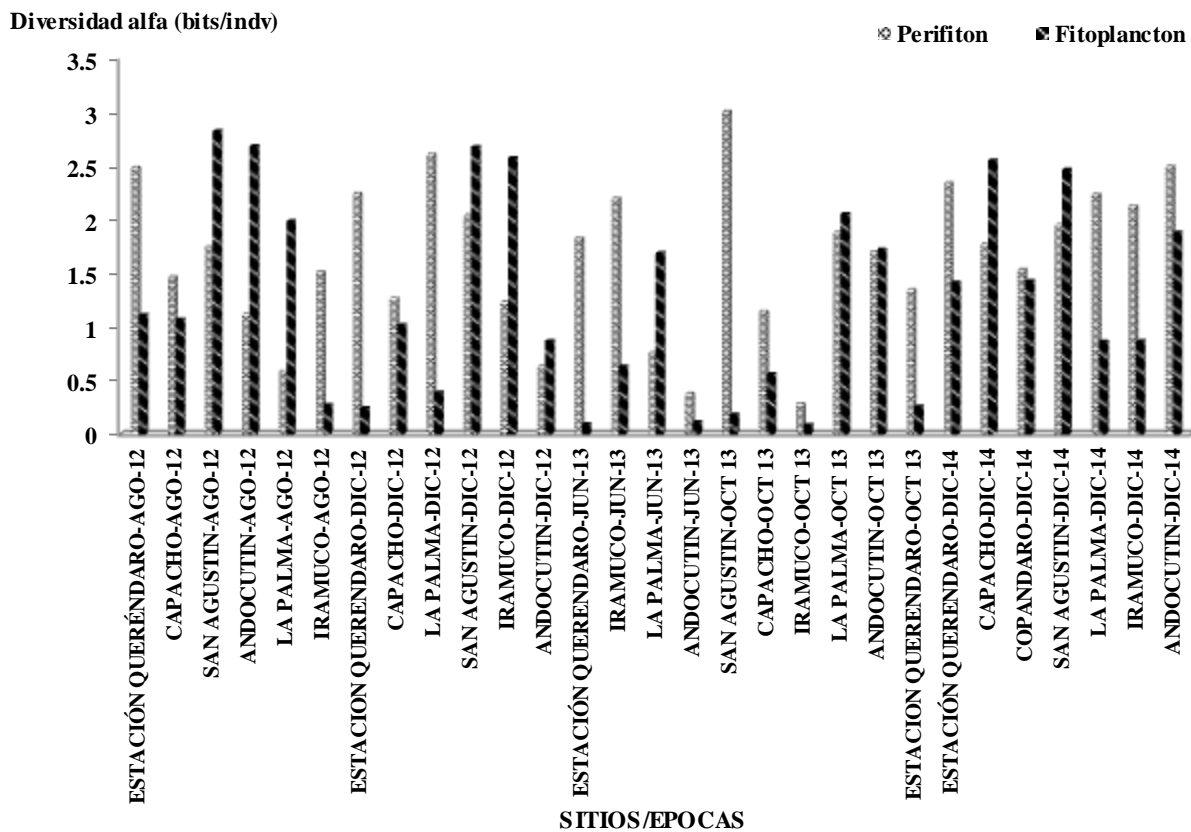


Figura 2.2. Fluctuación espacial y temporal de la diversidad de Shannon de la comunidad perifítica y la planctónica en el lago de Cuitzeo.

El análisis espacial y temporal (figura 2.3.), indicó que la diversidad de la comunidad del perifiton registró mayor variación en los sitios Andocutin, Iramuco y La Palma contra un mínimo en la Estación Queréndaro.

En la microflora planctónica la mayor variación se registró en Andocutín, Iramúco y San Agustín. La Estación Queréndaro nuevamente registró una menor variación.

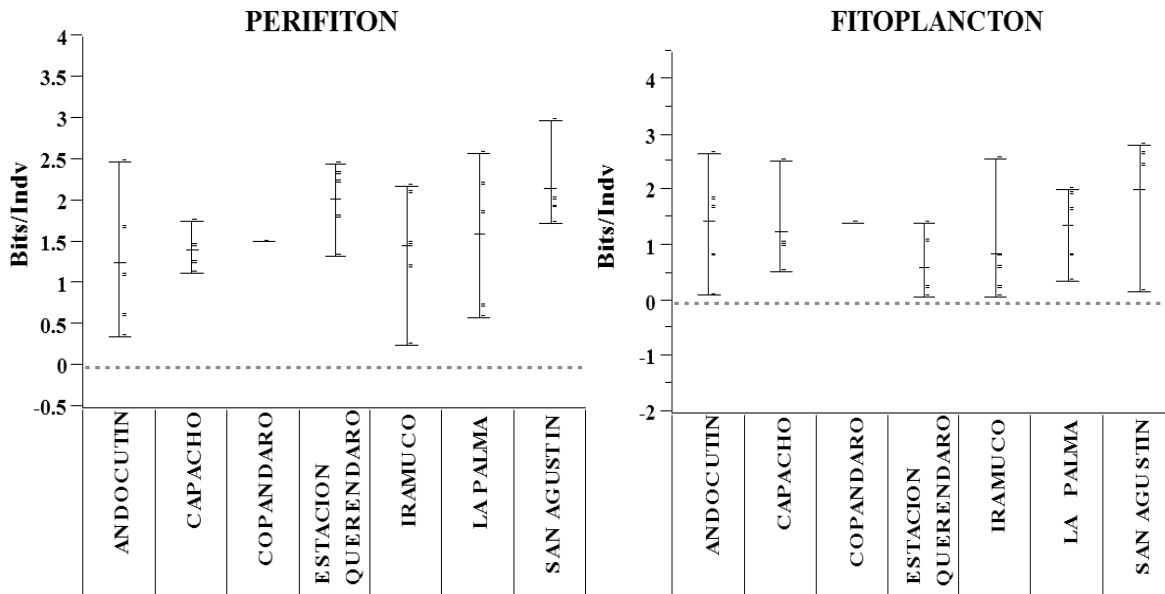


Figura 2.3. Variación del índice de diversidad de Shannon de la comunidad del perifiton y fitoplancton en el lago de Cuitzeo.

DOMINANCIA PERIFÍTICA Y PLANCTÓNICA

El análisis de la dominancia de Simpson de la comunidad adherida y la planctónica en el lago de Cuitzeo fue variable (figura 2.4.). En el perifiton tuvo estimaciones entre 0.09 y 0.91, entretanto en la comunidad del fitoplancton los valores oscilaron entre 0.07 y 0.97.

La microflora planctónica registró el máximo y el mínimo valor de dominancia. El máximo se obtuvo en Iramuco durante octubre del 2013, mientras que el mínimo se presentó en San Agustín en agosto del 2012.

De manera inversa a la diversidad de Shannon, la dominancia de Simpson estuvo mejor representada en la comunidad del fitoplancton. Por otro lado, la comunidad perifítica registró con mayor periodicidad los valores bajos en el espacio y tiempo.

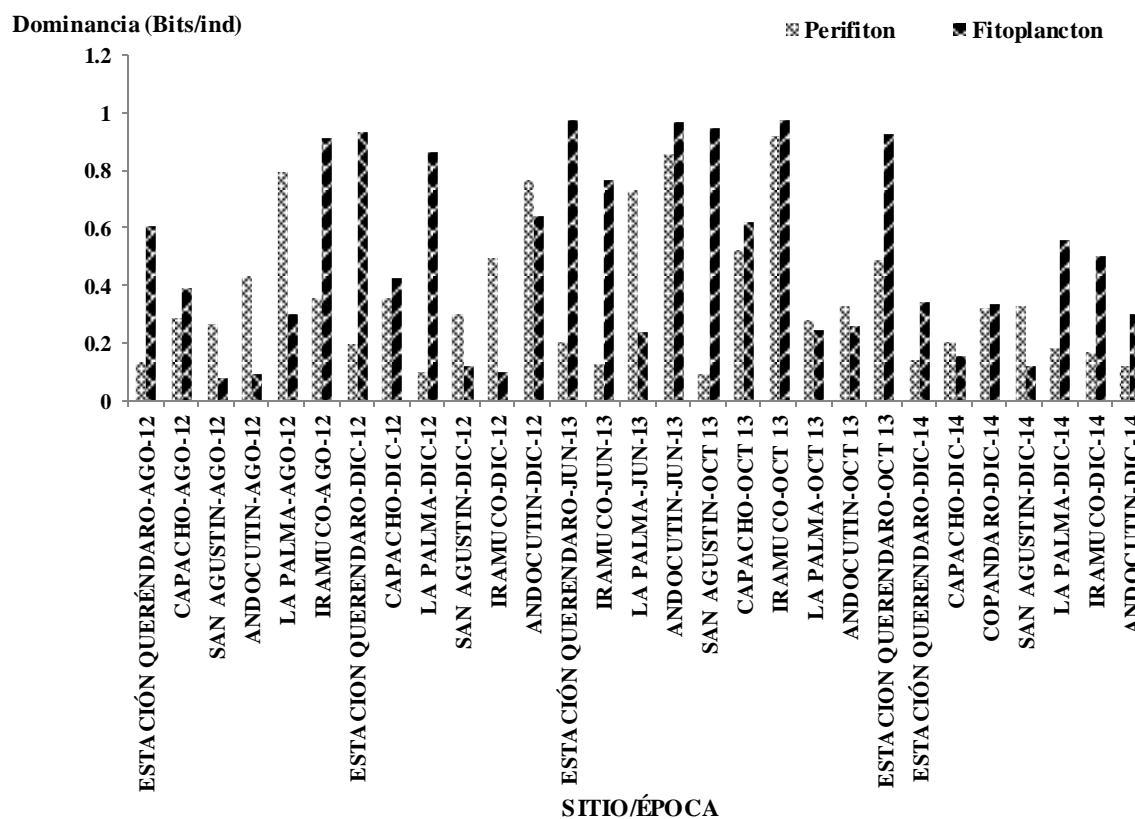


Figura 2.4. Fluctuación espacial y temporal de la dominancia de la comunidad perifítica y la planctónica en el lago de Cuitzeo.

De las dos comunidades de microalgas, el fitoplancton presentó la mayor variación en los valores de dominancia, las cuales se registraron en Andocutin, Iramuco y San Agustín contra un mínimo en la Estación Querendaro (figura 2.5).

En la microflora perifítica la mayor variación de los valores de dominancia se presentaron en Iramuco y la menor en Andocutin y La Palma.

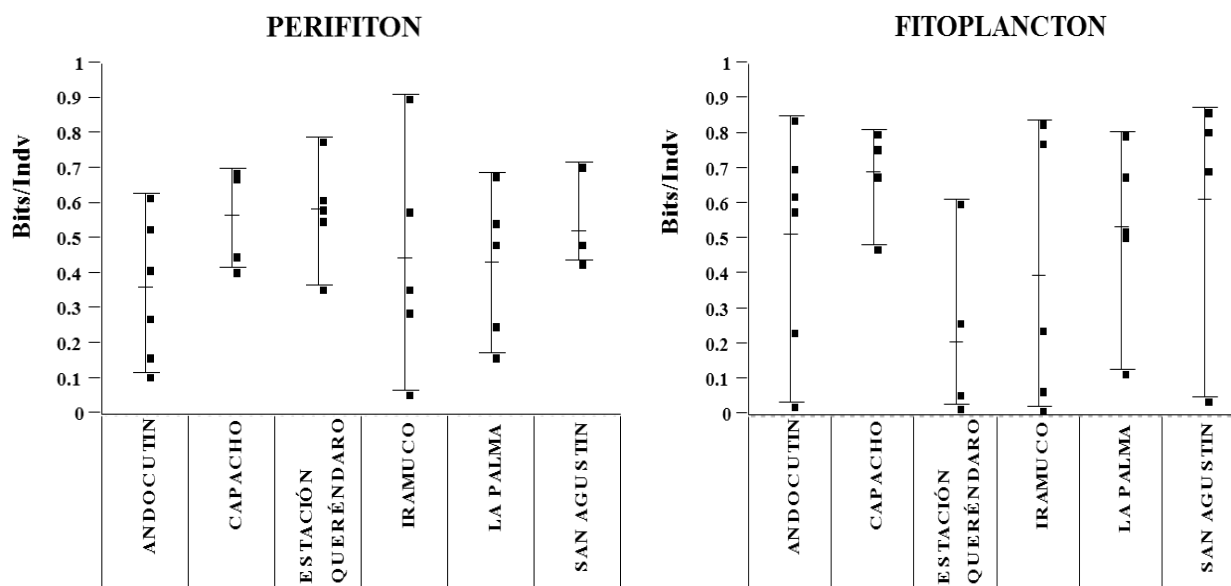


Figura 2.5. Variación del índice de dominancia de Simpson de la comunidad del perifiton y fitoplancton en el lago de Cuitzeo.

Reemplazo específico (similitud) perifiton y plancton

El cálculo de la similitud de Jaccard consistió en combinaciones entre las dos comunidades de microalgas (fitoplancton y perifiton), en el espacio y el tiempo (figura 2.6.). El análisis mostró variación en los valores, desde 0.37 y 0.579.

El análisis de similitud registró en diciembre del 2012 los más altos valores, las cuales indicaron que la comunidad de microalgas del perifiton del sitio Capacho fue semejante a la microflora de la comunidad planctónica del sitio Copandaro.

Por otro lado, durante junio del 2013 el índice de Jaccard registró el menor valor de similitud, en esta época la comunidad de microalgas planctónica de la Estación Queréndaro fue similar a la microflora perifítica del sitio Andocutín.

El sitio con menor valor en similitud entre la microflora planctónica y perifítica fue Capacho.

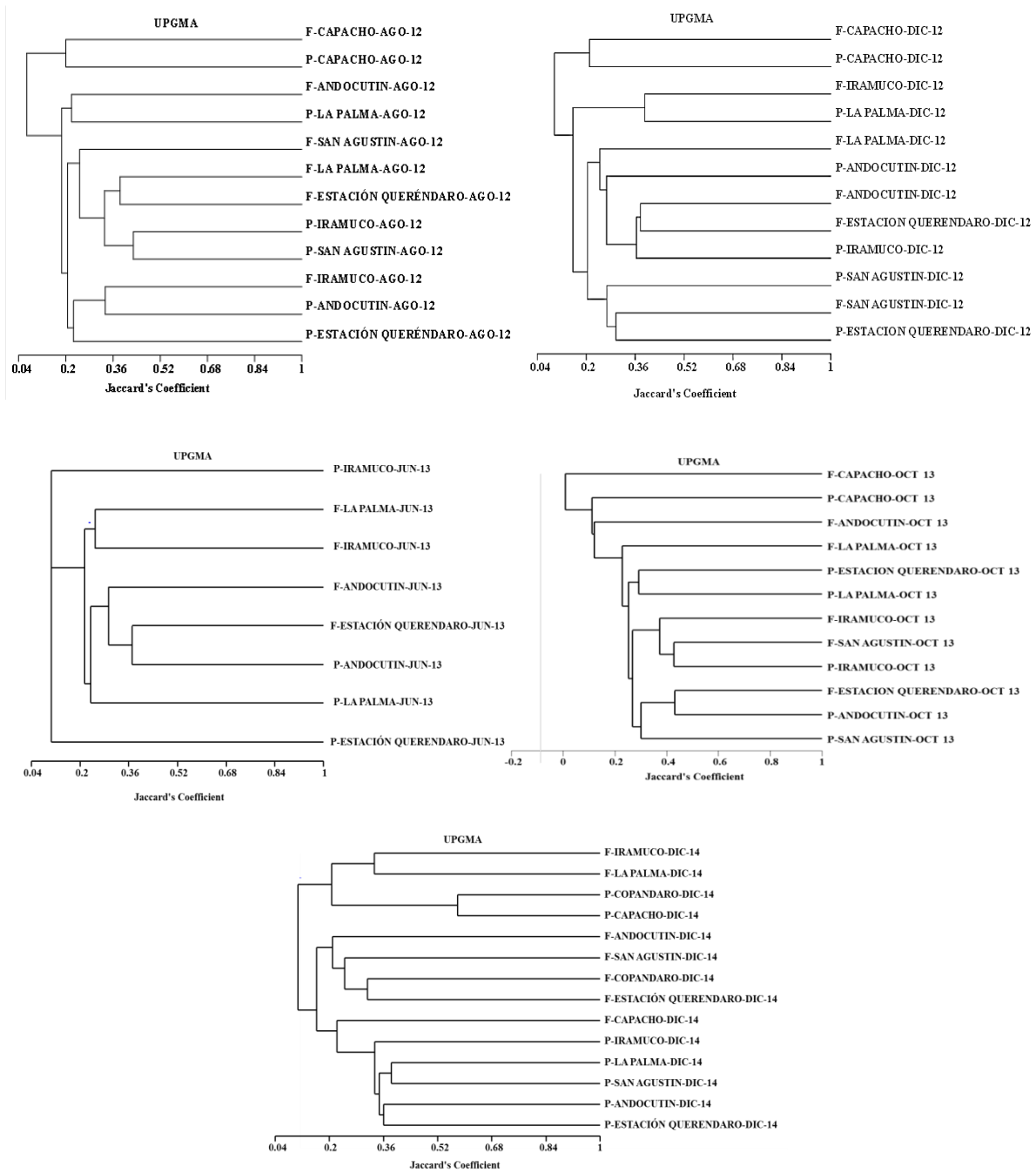


Figura 2.6. Fluctuación espacial y temporal de la similitud de la comunidad perifítica y la planctónica en el lago de Cuitzeo.

Equitatividad perifítica y planctónica

La abundancia de la microflora planctónica y perifítica registró una equitatividad fluctuante en todo el periodo de estudio y en los sitios de muestreo (figura 2.7.).

Los valores en el perifiton oscilaron entre 0.073 y 0.917, mientras que en el plancton los valores fluctuaron entre 0.027 y 0.879.

La equitatividad en la comunidad planctónica en agosto del 2012 en el sitio San Agustín registró valor más alto y un mínimo en Iramuco durante octubre del 2013. Por otro lado en junio del 2013 en Iramuco se registró el máximo de este parámetro en la comunidad del perifiton, mientras que el menor valor se presentó en octubre del 2013 en este mismo sitio.

El análisis de equitatividad estuvo mejor representada en la microflora planctónica, debido a que se registran con mayor frecuencia valores altos en la mayoría de los sitios y temporadas. Sin embargo, el perifiton presentó valores mínimos.

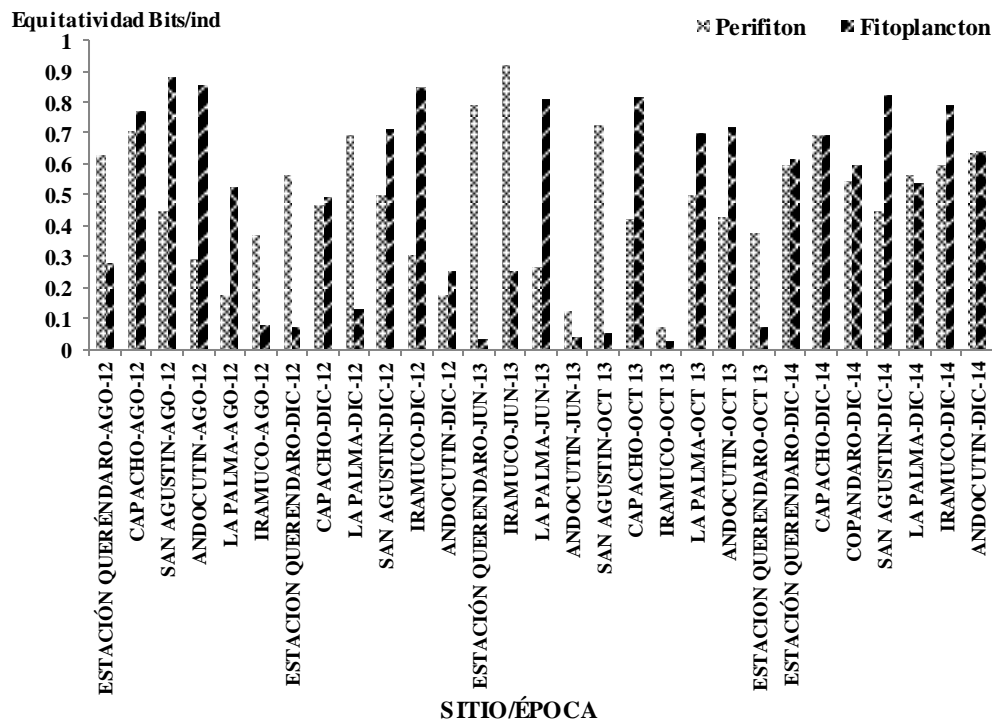


Figura 2.7. Fluctuación espacial y temporal de la equitatividad de la comunidad perifítica y la planctónica en el lago de Cuitzeo.

La fluctuación espacial y temporal (figura 2.8.), indicó que el análisis de equidad de la microflora adherida registró mayor variación en Iramuco, mientras que la mínima se presentó en San Agustín.

Sin embargo, en la comunidad planctónica la mayor variación de éste parámetro se obtuvo en Andocutín, Iramúco y San Agustín, contra un mínimo en la Estación Queréndaro y La Palma.

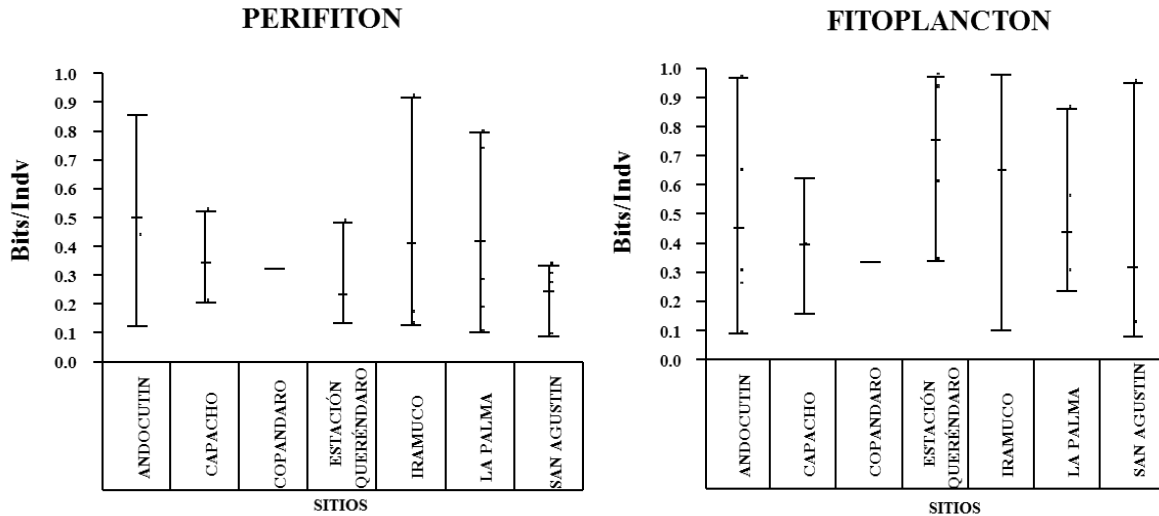


Figura 2.8. Variación de la equitatividad de la comunidad del perifiton y fitoplancton en el lago de Cuitzeo.

Análisis de correspondencia de las variables físicas y químicas con las especies del fitoplancton y perifiton

En el presente estudio se analizaron 23 variables ambientales mediante correlaciones múltiples y análisis de componentes principales, dichos análisis se realizaron con la finalidad de reducir la cantidad de variables y eliminar aquellas que proporcionaran información redundante, así mismo se estimó la relación de las especies de microalgas que corresponden a las dos comunidades (fitoplancton y perifiton) y las variables fisicoquímicas en el espacio multivariado.

El análisis de componentes principales indicó que los parámetros que explican mejor la distribución de las especies son: temperatura del agua (T), transparencia (TRAN), conductividad eléctrica (CE), salinidad (SAL), pH (pH), oxígeno disuelto (OD), dureza total (DT), alcalinidad total (AT), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), fósforo (PT), nitratos (NO) y amonio (NH₄) (cuadro 2.2.).

La variación de la información fue proporcionada por cuatro componentes que explican el 74.89 %, el primero tiene un porcentaje de variación de 45.4 %, representado por dureza total (DT), amonio (NH₄) y el pH, el segundo con el 29.4 % lo conforman la conductividad eléctrica (CE), salinidad (SAL), alcalinidad (AT) y nitratos (NO), el tercero el 15.21 % lo integra la transparencia (TRANS), DBO5 (DBO) y fósforo (PT) y el cuarto con el 8.8 % conformado por la temperatura del agua (T) y el oxígeno disuelto (OD) (ANEXO A y B). Dichas variables explican la formación de cuatro a cinco grupos en la comunidad del fitoplancton (figuras 2.9.-2.13.) y cuatro en la comunidad del perifiton en el espacio multivariado, representados dentro de un análisis de DCA (figuras 2.14.-2.17.).

Cuadro 2.2. Variables físicas y químicas que determinan la presencia de las especies del fitoplancton y perifiton.

VARIABLE	NOMENCLATURA	RANGO	
		Min	Max
TEMP. AGUA 0-15 frío 15-36 cálido 37- altas	T1	15.6	19.2
	T2	19.2	22.8
	T3	22.8	26.4
	T4	26.4	30
	T5	30	33.6
TRANSPARENCIA	TRAN1	2	11.6
	TRAN2	11.6	21.2
	TRAN3	21.2	30.8
	TRAN4	30.8	40.4
	TRAN5	40.4	50
COND. ELEC.	CE1	261	3009.2
	CE2	3009.2	5757.4
	CE3	5757.4	8505.6
	CE4	8505.6	11253.8
	CE5	11253.8	14002
SALINIDAD	S1	0.19	1.772
	S2	1.772	3.354
	S3	3.354	4.936
	S4	4.936	6.518
	S5	6.518	8.1
pH	Ph1	7.7	8.164
	Ph2	8.164	8.628

	Ph3	8.628	9.092
	Ph4	9.092	9.556
	Ph5	9.556	10.02
OXIGENO DISUELTO	OD1	0	3.43127322
	OD2	3.43127322	6.86254644
	OD3	6.86254644	10.2938197
	OD4	10.2938197	13.7250929
	OD5	13.7250929	17.1563661
DUREZA TOTAL	DT1	30	291.236
	DT2	291.236	552.472
	DT3	552.472	813.708
	DT4	813.708	1074.944
	DT5	1074.944	1336.18
ALCALINIDAD TOTAL	AT1	130	666
	AT2	666	1202
	AT3	1202	1738
	AT4	1738	2274
	AT5	2274	2810
DBO5	DBO1	1.51975684	15.2158055
	DBO2	15.2158055	28.9118541
	DBO3	28.9118541	42.6079027
	DBO4	42.6079027	56.3039514
	DBO5	56.3039514	70
FÓSFORO TOTAL	PT1	0.4026215	1.1705627
	PT2	1.1705627	1.9385039
	PT3	1.9385039	2.7064451
	PT4	2.7064451	3.4743863
	PT5	3.4743863	4.2423275
NITRITOS	NO1	0.132	26.6824472
	NO2	26.6824472	53.2328944
	NO3	53.2328944	79.7833416
	NO4	79.7833416	106.333789
	NO5	106.333789	132.884236
AMONIO	NH41	0.147	1.7636
	NH42	1.7636	3.3802
	NH43	3.3802	4.9968
	NH44	4.9968	6.6134
	NH45	6.6134	8.23

En la comunidad del fitoplancton se registró la formación de cuatro grupos (figura 2.9.), el primero está constituido por cuatro especies con afinidad a concentraciones de salinidad moderadas a altas (S3 y S5), niveles intermedios de conductividad eléctrica (CE3 Y CE4) y pH elevados (pH5).

Las especies que integran el grupo dos (34), se desarrollaron en condiciones de pH ligeramente bajos a altos (pH2, pH3, pH4), baja transparencia (TRA1 y TRA2), de bajos a altos contenidos de oxígeno (OD1, OD2, OD4, OD5), así como prominentes concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno (DBO1, DBO3, DBO5), de baja a moderada dureza (DT1, DT2 y DT3), en conductividad eléctrica y alcalinidad baja a moderada (CE2, AT1, AT2 y AT3), escasa salinidad (S1), y abundante contenido de nitritos y amonio (NO3, NO5 y NH4 5).

El grupo tres (8), se caracteriza por poseer especies afines a bajas temperaturas, a niveles mínimos de alcalinidad y pH (T1, AT1 y pH1), ligeramente duras, poco oxigenadas y valores intermedios de demanda bioquímica de oxígeno (DT2, OD2, Y DBO2), de bajos a altos niveles conductividad eléctrica, fósforo y nitrógeno (CE1, CE5, PT2, PT4, NO1 y NO4) y en aguas muy transparentes (TRA5).

Finalmente, el grupo cuatro (4), lo componen microalgas tolerantes a niveles bajos de pH (pH1), ligeramente oxigenadas y transparentes (OD3, TRA3 y TRA4), a temperaturas moderadas, en aguas duras, con alto contenido en fósforo y con elevada demanda bioquímica de oxígeno (T3, DT5, PT5 y DBO5).

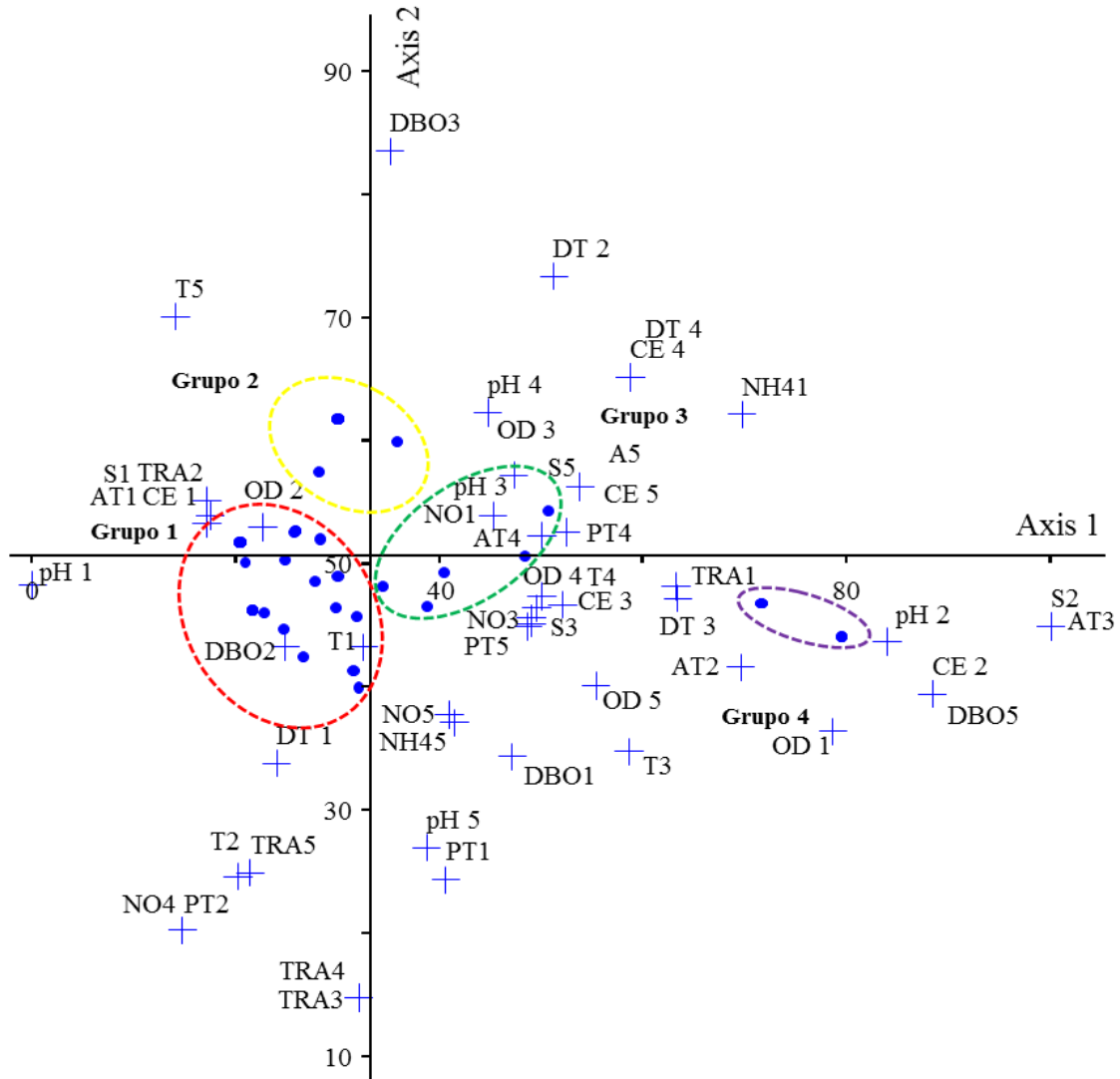
La figura 2.10, muestra nuevamente la formación de cuatro grupos. El primero de ellos (30), está compuesto por especies asociadas a bajo contenido de conductividad eléctrica, dureza, salinidad y alcalinidad (DT1, S1, AT1 y CE1), con moderada concentración de oxígeno disuelto, fósforo y demanda bioquímica de oxígeno (OD2, PT2 y DBO2), bajas temperaturas (T1 y T2), aguas bajas a altamente transparentes (TRA2, TRA3, TRA4 y TRA5) y con elevado contenido de nitratos y amonio (NO4, NO5 y NH45).

Las especies del segundo grupo (9), se encuentran distribuidas en aguas moderadamente duras y con aguas ligeramente oxigenadas (DT2, OD2 y OD3) y con niveles altos de pH, con elevada demanda bioquímica de oxígeno y altas temperaturas (pH4, DBO5 y T5).

Asimismo, el grupo tres (5), está constituido por especies características de ambientes con bajas a elevadas concentraciones de nitratos, amonio y dureza (NO1, NO3, NO5, DT2, DT4, NH41 y NH45), de ligeras a altamente salinas, con moderada a elevada conductividad eléctrica y pH (S3, S5, CE3, CE4 y pH3, pH4) y niveles altos de alcalinidad, fósforo, oxígeno y temperaturas muy cálidas (AT5, PT4, PT5, OD4 y T4).

La distribución de las especies del cuarto grupo (6), está influenciada por aguas poco transparentes, niveles bajos de fósforo (TRA1 y PT1), con moderada conductividad eléctrica, salinidad, dureza, niveles intermedios de pH y con valores bajos de temperatura (S2, CE2, DT3, T3 y pH2 a pH5), de bajos a altos contenidos de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno (OD1, OD5) y elevados niveles de nitrógeno y amonio (NO5, NH45).

FITOPLANCTON



Grupo 1: (AW) *Eucoconeis laevis*, (AY) *Lemnicola hungarica*, (AZ) *Achnantheidium exiguum*, (BA) *Planothidium frequentissimum*, (BB) *Achnantheiopsis delicatula* var. *delicatula*, (BE) *Amphora libyca*, (BF) *Halamphora veneta*, (BH) *Surirella tenera*, (BL) *Encyonema mesianum*, (BO) *Diploneis elliptica*, (BQ) *Gomphonema augur* var. *augur*, (BR) *Gomphonema augur* var. *sphaerophorum*, (BS) *Gomphonema sphaerophorum*, (BT) *Gomphonema pseudoaugur*, (BU) *Gomphonema parvulum*, (BV) *Gomphonema saprophilum*, (BW) *Gomphonema olivaceum*, (BY) *Gomphonema affine*, (BZ) *Gomphonema gracile*, (CE) *Neidium ampliatus*, (CF) *Pinnularia gibba*, (CG) *Pinnularia maior*, (CH) *Pinnularia viridis*, (CI) *Rhoicosphenia abbreviata*, (CJ) *Stauroneis phoenicenteron*, (CK) *Craticula ambigua*, (CM) *Epithemia adnata*, (CO) *Epithemia hyndmanii*, (CP) *Rhopalodia brebissonii*, (CR) *Sellaphora pupula*. **Grupo 2:** (AX) *Psammothidium montanum* (BD) *Cocconeis placentula*, (BI) *Campylodiscus clypeus*, (BM) *Cymbella aspera* (BP) *Caloneis permagna*, (CB) *Navicula veneta*, (CD) *Craticula cuspidata*, (CN) *Epithemia argus*, (CÑ) *Epithemia sorex*. **Grupo 3:** (BC) *Achnantheidium minutissimum*, (BJ) *Anomoeoneis sphaerophora*, (BK) *Anomoeoneis costata*, (CA) *Navicula erifuga*, (CC) *Craticula halophila*. **Grupo 4:** (BG) *Amphora ovalis*, (BN) *Cymbella hungarica*, (BÑ) *Cymbopleura naviculiformis*, (BX) *Gomphonema acuminatum*, (CL) *Craticula acidoclinata*, (CQ) *Rhopalodia gibba*

Figura 2.10. Análisis de correspondencia del fitoplancton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.

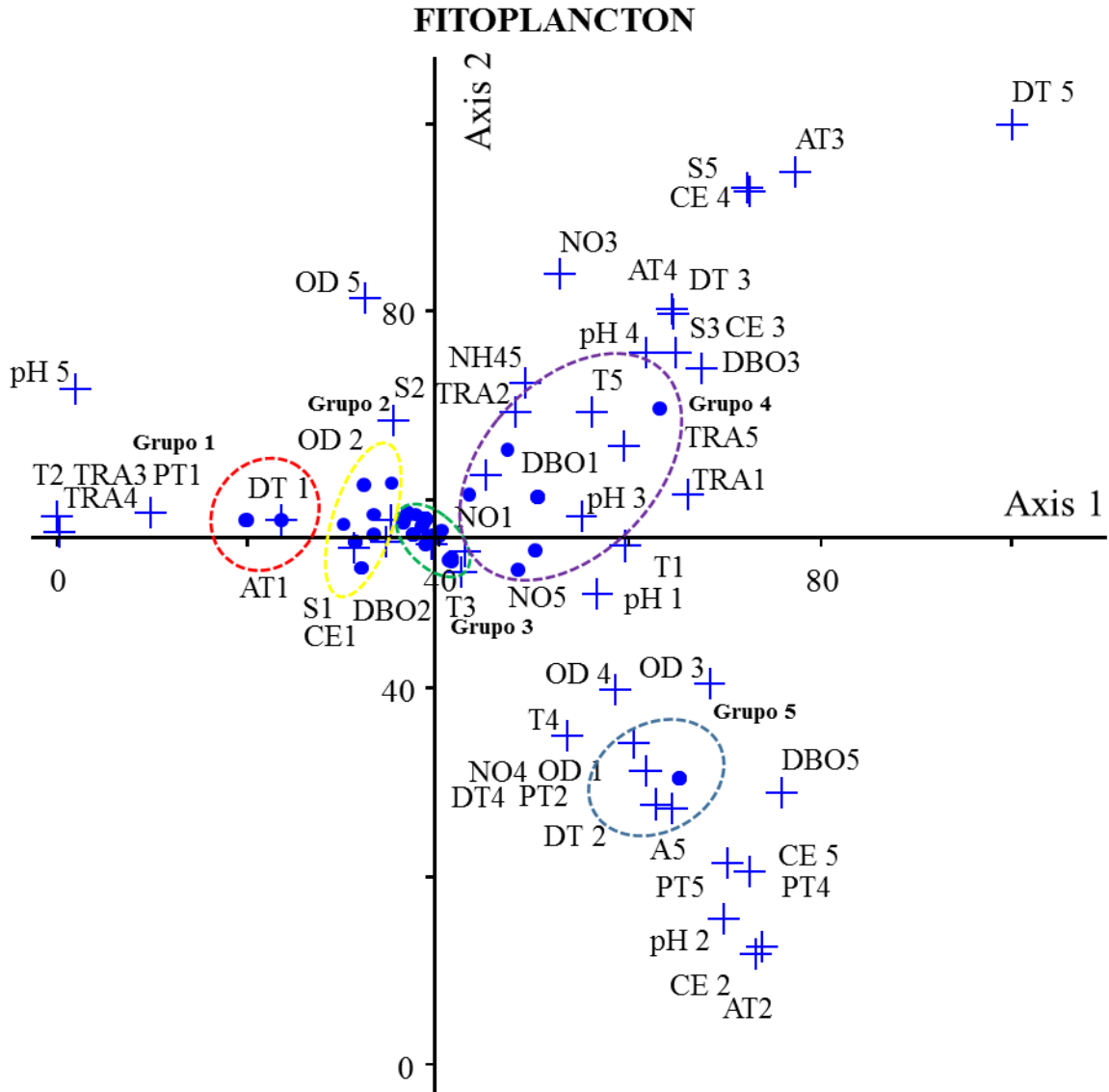
Se muestra la formación de cinco grupos (figura 2.11.), el primero de ellos lo constituyen tres especies, las cuales fueron asociadas a aguas con limitada dureza, baja concentración de fósforo, y temperaturas ligeramente bajas (DT1, PT1 y T2), con moderada a alta transparencia y elevados valores de pH (TRA3, TRA4 y pH5).

Con respecto al grupo dos, está constituida por nueve especies, las cuales muestran afinidad principalmente a niveles ligeramente bajos de salinidad y conductividad eléctrica (S1, S2 y CE1), a su vez fueron tolerantes a niveles de oxígeno disuelto moderados a elevados y condiciones de alta demanda bioquímica de oxígeno (OD2, OD5 y DBO5).

Mientras que la distribución del grupo tres (24), fue dirigido por condiciones de conductividad eléctrica y salinidad en niveles bajos (CE1 y S1), de mínimos a máximos niveles de nitratos, en ligeras concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno (NO1, NO5, DBO1 y DBO2), en valores de pH básicos intermedios (pH3), ligeramente transparentes, y concentraciones de oxígeno disuelto moderados a altos (TRA2, OD2 y OD5), y con elevado contenido de amonio (NH45).

El grupo cuatro lo componen 24 especies, su presencia está influenciada por concentraciones de bajas a moderadas de demanda bioquímica de oxígeno, con pH ligeramente básicos, en aguas con baja a elevada transparencia (DBO1, DBO3, pH1, pH3, TRA1, TRA2 y TRA5), las cuales toleran temperaturas bajas y altas (T1 y T5), así mismo con niveles bajos a altos de nitratos y amonio (NO1, NO3, NO5 y NH45), con moderada a alta cantidad de salinidad, dureza, alcalinidad y conductividad eléctrica (S3, S5, DT3, DT5, AT3, AT4, CE3 y CE4).

Finalmente el quinto grupo (3), lo constituyen especies con afinidad a niveles intermedios de pH (pH2), de oxígeno disuelto, ligeras concentraciones de fósforo, con moderadas a altas concentraciones de alcalinidad, oxígeno disuelto, dureza, conductividad eléctrica (OD1, OD3, OD4, DT2, DT4, PT2, PT4, PT5, CE2 y CE5), temperaturas ligeramente altas, y altos niveles de nitratos y demanda bioquímica de oxígeno (T4, NO4 y DBO5).



Grupo 1: (CX) *Nitzschia intermedia*, (DF) *Nitzschia gracilis*, (EH) *Euglena pusilla* var. *longa*. **Grupo 2:** (CS) *Fallacia pygmaea*, (CT) *Denticula kuetzingii*, (CW) *Nitzschia palea*, (DG) *Nitzschia amphibia* var. *frauenfeldii*, (DH) *Nitzschia palacea*, (DÑ) *Nitzschia supralitorea*, (DR) *Peridinium* sp., (EF) *Euglena* sp., (EK) *Euglena tuberculata*. **Grupo 3:** (CU) *Nitzschia* sp., (CV) *Nitzschia alpina*, (DA) *Nitzschia tubicola*, (DB) *Nitzschia stigmioidea*, (DC) *Nitzschia fonticola*, (DD) *Nitzschia umbonata*, (DP) *Nitzschia incerta*, (DT) *Gymnodinium* sp., (DU) *Phacus longicauda*, (DV) *Phacus wettsteinii*, (DW) *Phacus orbicularis*, (DX) *Monomorphina pyrum*, (DY) *Phacus denisii*, (DZ) *Lepocinclis helicoidea*, (EA) *Lepocinclis* sp., (EB) *Lepocinclis salina*, (EC) *Lepocinclis capito*, (ED) *Lepocinclis texta* var. *richardiana*, (EG) *Lepocinclis oxyuris*, (EI) *Euglenaformis proxima*, (EJ) *Euglena retronata*, (EM) *Lepocinclis acus*, (EN) *Euglena deses*, (EÑ) *Euglenaria caudata*. **Grupo 4:** (CY) *Nitzschia vermicularis*, (CZ) *Nitzschia amphibia*, (DE) *Nitzschia clausii*, (DJ) *Nitzschia microcephala*, (DK) *Nitzschia vítrea*, (DL) *Nitzschia amphibioidea*, (DM) *Nitzschia frustulum* var. *frustulum*, (DN) *Nitzschia tryblionella*, (DO) *Tryblionella calida*, (DQ) *Peridinium cinctum*, (EE) *Colacium simplex*. **Grupo 5:** (DI) *Nitzschia constricta*, (DS) *Ceratium hirundinella*, (EL) *Euglena variabilis*

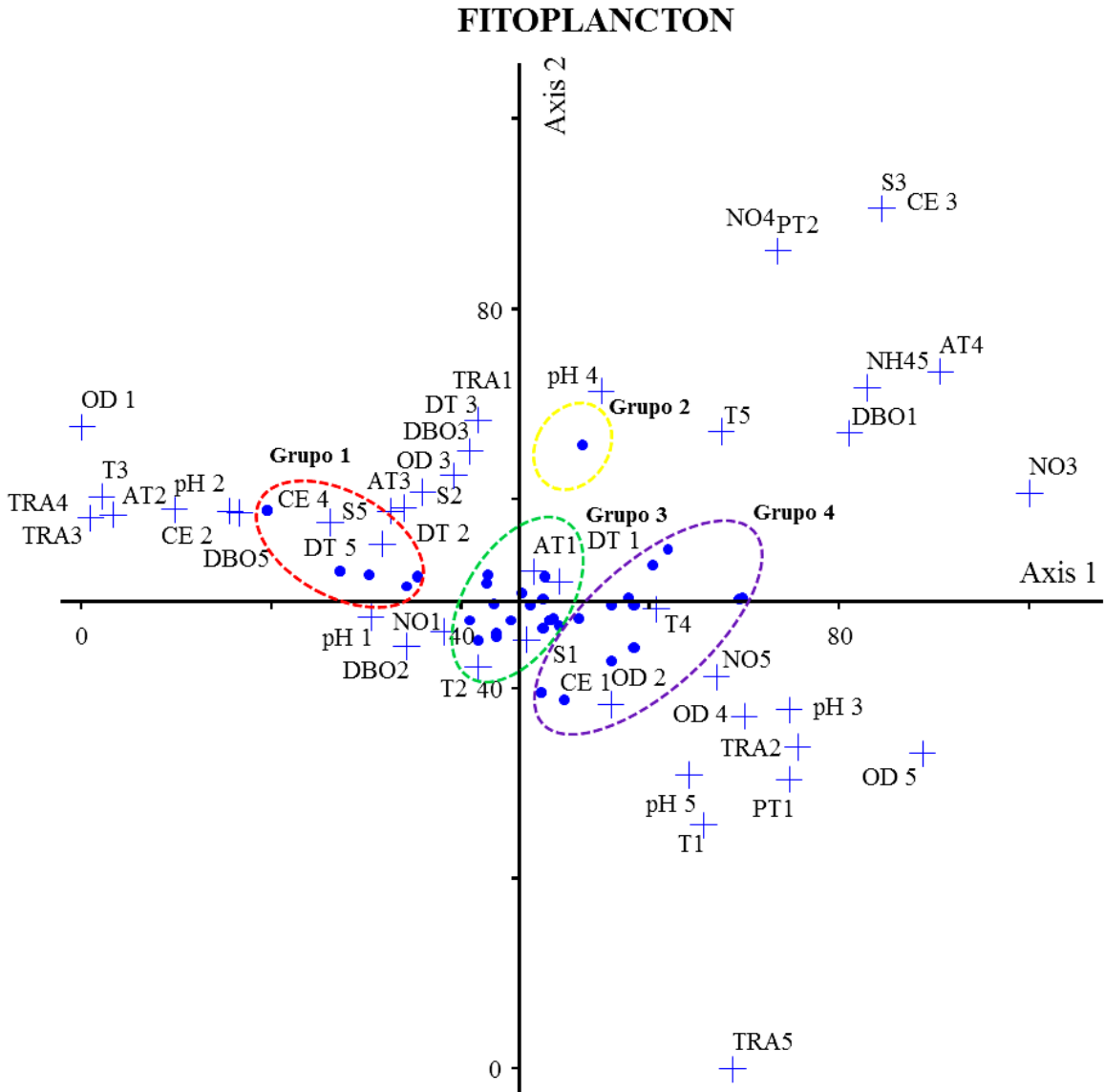
Figura 2.11. Análisis de correspondencia del fitoplancton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.

En el análisis multivariado con las especies del fitoplancton y su relación con las variables ambientales, arroja la formación de cuatro grupos (figura 2.12.). El primero de ellos lo conforman nueve especies, con afinidad a concentraciones bajas de nitratos (NO1), con niveles bajos de pH a ligeramente básicos (pH1 y pH2), contenido bajo a intermedio de oxígeno disuelto y alcalinidad (OD1, OD3, AT2 y AT3), a su vez están influenciadas por aguas con baja a ligeramente alta transparencia (TRA1, TRA3, TRA4, CE2 y CE4), así como con moderadas a ligeramente alta conductividad eléctrica, altamente salinos, en concentraciones ligeramente bajas a altas de demanda bioquímica de oxígeno y dureza (CE2, CE4, S4, S5, DBO2, DBO3, DBO5, DT2, DT3 y DT5).

Mientras que la especie del grupo dos (1), están asociada a condiciones de baja demanda bioquímica de oxígeno (DBO1), con fósforo ligeramente bajo (PT2), así como con moderada concentración de salinidad y conductividad eléctrica (S3 y CE4), en niveles ligeramente altos de alcalinidad, nitratos y con elevado contenido de amonio (AT4, NO4 y NH4), en aguas muy cálidas y pH altamente básicos (T4 y pH4).

El tercer grupo (29), está conformado por especies cuya presencia está asociada a bajos niveles de nitratos, alcalinidad, dureza y salinidad (NO1, AT1, DT1 y S1), así como por concentraciones moderadamente bajas de demanda bioquímica de oxígeno y temperaturas ligeramente bajas (DBO5 y T2).

Finalmente, el cuarto grupo (11), está constituida por especies, distribuidas en aguas con temperatura baja (T1), así como con mínimas concentraciones de fósforo, salinidad y conductividad eléctrica (PT1, S1 y CE1), moderadamente transparentes (TRA2), en niveles de oxígeno y nitratos ligeramente bajos a altos, y con pH altamente básicos (OD2, OD4, OD5, NO3, NO5, pH3 y pH5).



Grupo 1: (EW) *Trachelomonas caudata*, (EY) *Trachelomonas scabra*, (EZ) *Rhabdomonas incurva*, (FD) *Chlamydomonas incerta*, (FI) *Sphaerocystis schroeteri*, (FS) *Pediastrum simplex*, (FX) *Monoraphidium minutum*, (FY) *Monoraphidium contortum*. **Grupo 2:** (FN) *Colemanosphaera charkowiensis*. **Grupo 3:** (EQ) *Strombomonas deflandrei*, (ER) *Strombomonas giardiana*, (ET) *Trachelomonas hispida*, (EU) *Trachelomonas silvatica*, (EV) *Trachelomonas zorensis*, (FB) *Chlamydomonas metapyrenigera*, (FC) *Chlamydomonas altera*, (FF) *Chloromonas depauperata*, (FH) *Sphaerocystis planctónica*, (FJ) *Fortiella brunnea*, (FK) *Pteromonas denticulata*, (FM) *Eudorina elegans*, (FÑ) *Gloeococcus alsius*, (FO) *Tetraëdron mínimum*, (FP) *Tetraëdron pentaedricum*, (FQ) *Pseudopediastrum boryanum*, (FR) *Pseudopediastrum boryanum f. longicorne*, (FT) *Pediastrum duplex*, (FV) *Stauridium tetras*, (FW) *Pediastrum tetras var. tetradon*, (FZ) *Monoraphidium arcuatum*, (GB) *Kirchneriella diana*, (GC) *Kirchneriella obesa*, (GD) *Schroederia setigera*, (GE) *Desmodesmus maximus*, (GG) *Desmodesmus protuberans*, (GI) *Scenedesmus intermedius var. intermedius*, (GI) *Tetradasmus obliquus*, (GK) *Desmodesmus communis*. **Grupo 4:** (EO) *Euglenaria caudata var. minor*, (EP) *Euglena spathirhyncha*, (ES) *Trachelomonas volvocina*, (EX) *Trachelomonas bernardinensis*, (FA) *Chlamydomonas sp.*, (FE) *Sphaerellopsis sp.*, (FG) *Chloromonas subdivisa*, (FL) *Pteromonas aequiciliata*, (GA) *Monoraphidium komarkovae*, (GH) *Desmodesmus subspicatus*

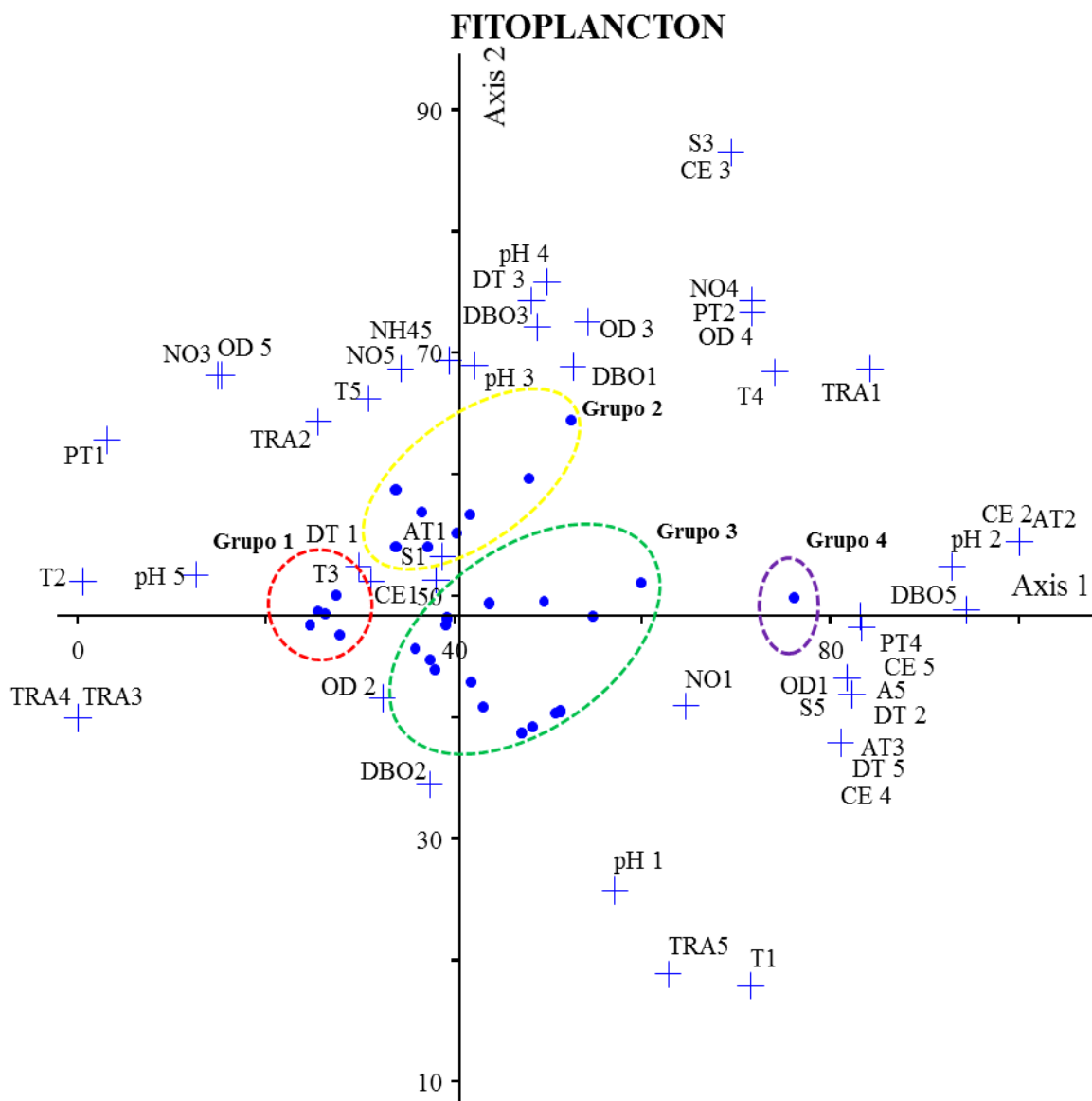
Figura 2.12. Análisis de correspondencia del fitoplancton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.

La distribución de las especies del fitoplancton con respecto a las variables ambientales revela nuevamente la formación de cuatro grupos (figura 2.13.), el primero de ellos está constituido por ocho especies, asociadas a condiciones de baja concentración de fósforo, conductividad eléctrica, aguas poco duras (PT1, CE y DT1), así como a temperaturas cálidas, con moderada a elevada transparencia, y pH altamente básicos (T2, T3, TRA3, TRA4 y pH4).

La segunda asociación (8), lo integran especies afines a condiciones de baja conductividad eléctrica, alcalinidad y aguas con baja a moderada transparencia (CE1, AT1, TRA1 y TRA3), con fósforo ligeramente bajos, aguas moderadamente duras, salinas y niveles intermedios de demanda bioquímica de oxígeno (PT2, DT3, S3 y DBO3), pH altamente básico, con niveles elevados de nitratos, oxígeno y amonio (pH3, pH4, NO3, NO4, NO5, OD3, OD4, OD5, NH45) y temperaturas cálidas (T4 y T5).

Las especies de la tercera agrupación (17), está distribuida en ambientes con niveles bajos de nitratos y conductividad eléctrica (NO1 y CE1), con moderado contenido de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno (DO2, DBO2), aguas con baja a elevada transparencia y en temperaturas frías a cálidas (TRA1, TRA5, T1 y T2).

El cuarto grupo está compuesto por una especie, el cual se caracteriza por desarrollarse en bajos niveles de nitratos y de oxígeno disuelto (NO1 y OD1), agua ligeramente básica (pH2), en niveles moderadamente bajos a altos de conductividad eléctrica, dureza, y alcalinidad (CE2, CE4, CE5, AT2, AT3, DT2, DT5, AT2, AT3 y AT5), así también en concentraciones moderadas de fósforo, y altos contenido de salinidad y demanda bioquímica de oxígeno (PT4, S5 y DBO5).



Grupo 1: (GM) *Scenedesmus opoliensis*, (GN) *Scenedesmus velitaris*, (GO) *Scenedesmus gutwinski*, (GY) *Oocystis solitaria*, (HC) *Micractinium quadrisetum*, (HD) *Micractinium pusillum* var. *elegans*, (HG) *Didymogenes anómala*, (HL) *Cosmarium granatum* var. *subgranatum*. **Grupo 2:** (GL) *Comasiella arcuata* var. *platydisca*, (GP) *Scenedesmus ellipticus*, (GQ) *Coelastrum microporum*, (GZ) *Oocystis lacustris*, (HA) *Oocystis natans*, (HB) *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, (HF) *Actinastrum hantzschii* var. *subtile*, (HO) *Closterium venus*. **Grupo 3:** (GÑ) *Desmodesmus serratus*, (GR) *Dimorphococcus lunatus*, (GS) *Oedogonium* sp., (GT) *Oedogonium capillare*, (GU) *Stigeoclonium farctum*, (GV) *Stigeoclonium tenue*, (GW) *Tetrastrum staurogeniiforme*, (HE) *Actinastrum hantzschii*, (HH) *Lagerheimia subsalsa*, (HI) *Crucigenia tetrapedia*, (HJ) *Crucigenia fenestrata*, (HK) *Staurastrum leptocladum* var. *elegans*, (HM) *Closterium acerosum*, (HN) *Closterium praelongum* var. *brevius*, (HN) *Closterium leibleinii*, (HP) *Haplotaenium minutum*, (HQ) *Mougeotia* sp., (HR) *Elakatothrix viridis*. **Grupo 4:** (GX) *Lemmermannia triangularis*

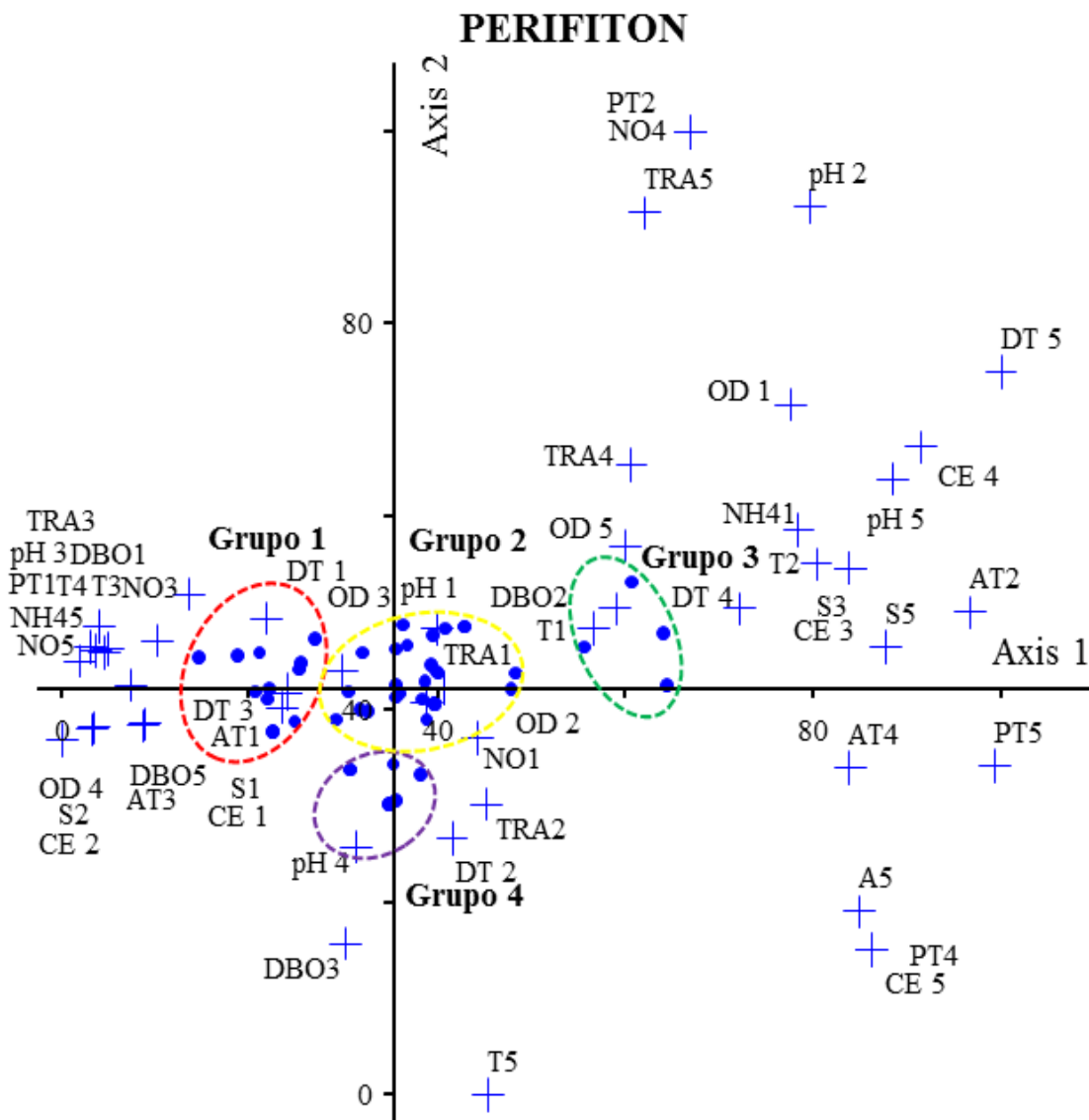
Figura 2.13. Análisis de correspondencia del fitoplancton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.

El análisis de las especies del perifiton y su relación con las variables ambientales (2.14.), muestran la formación de cuatro asociaciones. El primero de ellos (12), está influenciado por concentraciones bajas de fósforo (PT1), pH ligeramente básicos y salinos (pH3, S1 y S2), de baja a moderada conductividad eléctrica, transparencia, dureza y alcalinidad (CE1, CE2, TRA3, DT1, DT3, AT1 y AT3), en condiciones de temperatura cálidas (T3 y T4), con moderado a elevado contenido de nitratos, demanda bioquímica de oxígeno y valores altos de amonio (NO3, NO5, DBO1, DBO5 y NH45).

El grupo dos (27), está representado principalmente por especies cuya distribución está influenciada por bajas concentraciones de nitratos (NO1), con baja transparencia (TRA1), pH ligeramente básicos y niveles de bajos a moderados de oxígeno disuelto (pH1, OD2 y OD3).

Asimismo el grupo tres (4), lo constituyen especies con afinidad a bajas temperaturas (T1 y T2), concentraciones moderadas de demanda bioquímica de oxígeno, alcalinidad y fósforo (DBO2, AT2 y PT2), aguas de moderada a elevada salinidad y conductividad eléctrica (S3, S5, CE3 y CE4), con elevado contenido en nitratos (NO4), altamente básicas (pH2 y pH5), muy transparentes y elevada dureza (TRA4, TRA5, DT4 y DT5).

Mientras que las que componen el grupo cuatro (7), su presencia está asociada a bajos niveles de nitratos, valores ligeramente bajos de dureza, oxígeno disuelto y transparencia (NO1, DT2, OD2 y TRA2), con alta concentración de alcalinidad, fósforo, conductividad eléctrica y temperaturas muy cálidas (AT4, AT5, PT4, PT5, T5 y CE5).



Grupo 1: (B) *Chroococcus minimus*, (I) *Merismopedia hialina*, (K) *Aphanocapsa incerta*, (Q) *Spirulina prínceps*, (R) *Spirulina tenerima*, (U) *Geitlerinema* sp., (V) *Phormidium chlorinum*, (AA) *Anabaena phalax*, (AF) *Pseudanabaena mucicola*, (AH) *Tetraplektron torsum*, (AK) *Cyclotella meneghiniana*, (AL) *Stephanodiscus niagarae*. **Grupo 2:** (A) *Coelosphaerium minutissimum*, (C) *Chroococcus limneticus*, (E) *Microcystis wesenbergii*, (F) *Aphanothece* sp., (H) *Snowella litoralis*, (J) *Merismopedia warmingiana*, (L) *Aphanocapsa thermalis*, (M) *Synechocystis salina*, (N) *Oscillatoria tenuis*, (Ñ) *Oscillatoria limosa*, (T) *Arthrospira jenneri*, (W) *Phormidium acidophilum*, (X) *Microcoleus beggiatoiformis*, (Z) *Planktothrix* sp., (AC) *Trichormus propinquus*, (AE) *Pseudanabaena catenata*, (AG) *Leptolyngbya boryana*, (AJ) *Aulacoseira granulata*, (AM) *Ulnaria ulna*, (AÑ) *Pseudostaurosira elliptica*, (AO) *Fragilaria vaucheriae*, (AP) *Staurosira venter*, (AR) *Eunotia monodon* var. *monodon*, (AS) *Eucocconeis laevis*, (AT) *Psammothidium montanum*, (AU) *Lemnicola hungarica*, (AV) *Achnanthyidium exiguum*. **Grupo 3:** (D) *Gloeocapsopsis pleurocapsoides*, (P) *Lyngbya martensiana*, (AB) *Nodularia spumigena*, (AD) *Calothrix polymorpha*. **Grupo 4:** (G) *Aphanothece conglomerata*, (O) *Oscillatoria serpentina*, (S) *Spirulina major*, (Y) *Phormidium terebriforme*, (AI) *Ophiocytium parvulum*, (AN) *Fragilaria nützschoides*, (AQ) *Ctenophora pulchella*.

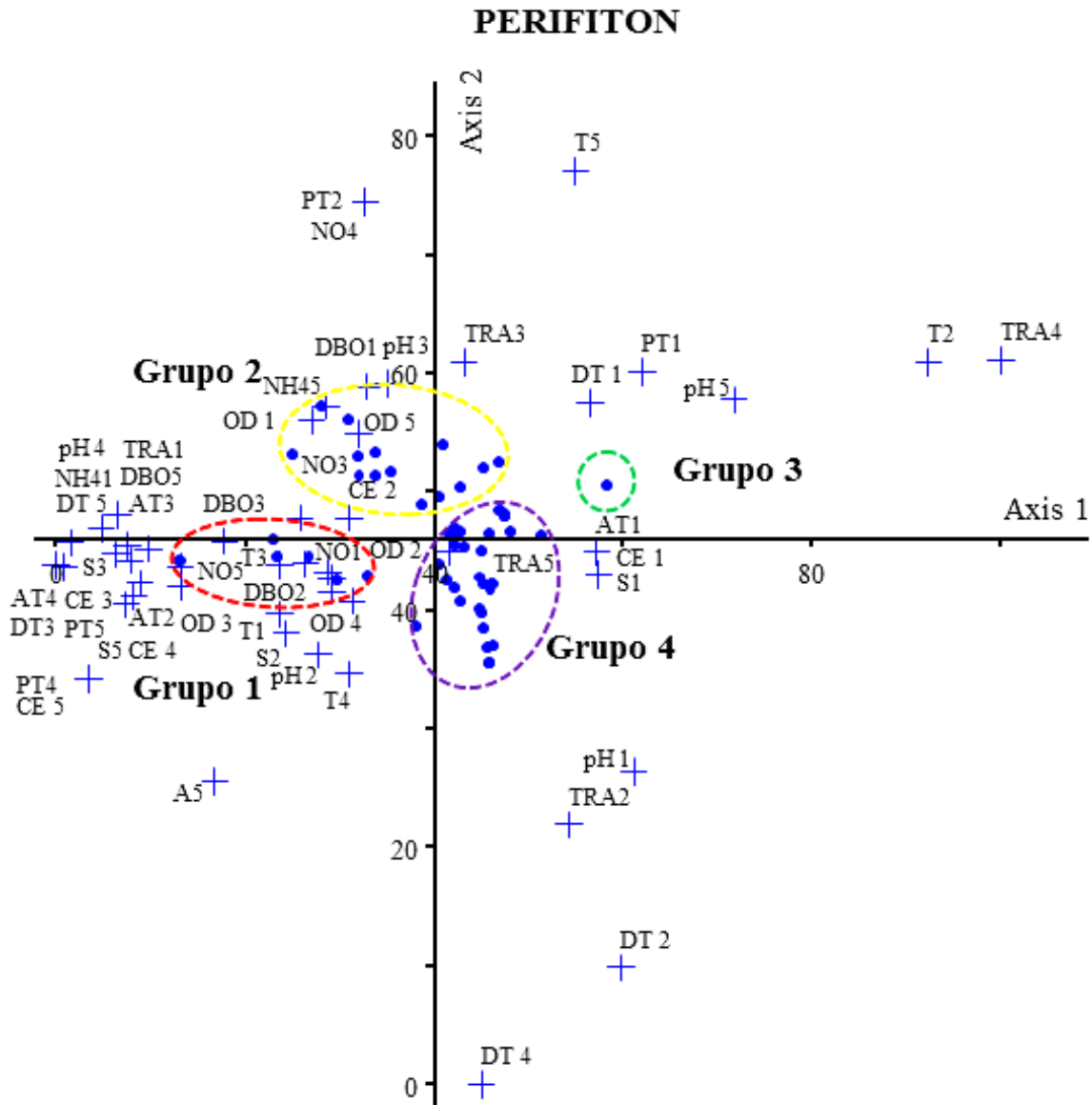
Figura 2.14. Análisis de correspondencia del perifiton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.

En la figura 2.15, presenta nuevamente la formación de cuatro grupos que definen las condiciones en las que las especies del perifiton se desarrollan. El primero de ellos (6), está integrado por especies con preferencia de bajas a altas temperaturas, poca transparencia y valores mínimos de amonio (T1, T3, T4, TRA1 y NH41), de moderadas a altas concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno, salinidad, alcalinidad y conductividad eléctrica (DBO2, DBO3, DBO5, S2, S3, S5, AT3, AT5, CE4 y CE5), así también a niveles altos de dureza y un pH muy alcalino (DT5, pH2, pH4).

El segundo grupo (16), lo componen especies cuya presencia se caracterizan por desarrollarse en ambientes con baja demanda bioquímica de oxígeno (DBO1), moderado contenido de fósforo, conductividad eléctrica y transparencia (PT1, CE2 y TRA3), con un pH ligeramente básico (pH3), en niveles intermedios a altos de nitratos, oxígeno disuelto, elevada concentración de amonio y a temperaturas cálidas (NO3, NO4, OD1, OD5, NH45 y T5).

La tercera asociación (1), se distribuye en ambientes con bajo contenido de fósforo, aguas blandas (PT1 y DT1), temperaturas ligeramente cálidas a altamente cálidas, con elevada transparencia, y pH altamente básico (T2, T5, TRA4, pH5).

Finalmente, la cuarta agrupación (27), lo conforman especies con requerimientos de bajo contenido de alcalinidad, salinidad, conductividad eléctrica y pH ligeramente básicos (AT1, S1, CE1, pH1), en aguas ligeramente a altamente duras, con moderada a elevada transparencia (DT2, DT4, TRA2 y TRA5).



Grupo 1: (AZ) *Halamphora veneta*, (BE) *Anomoeoneis sphaerophora*, (BF) *Anomoeoneis costata*, (BK) *Cymboplectura naviculiformis*, (BV) *Navicula erifuga*, (CD) *Rhoicosphenia abbreviata*. **Grupo 2:** (AW) *Achnanthydium minutissimum*, (AY) *Amphora libyca*, (BC) *Surirella brebissonii*, (BG) *Encyonema mesianum*, (BH) *Cymbella aspera*, (BI) *Cymbella hungarica*, (BJ) *Cymbella helvética*, (BM) *Caloneis permagna*, (BÑ) *Gomphonema augur* var. *sphaerophorum*, (BZ) *Neidium ampliatus*, (CA) *Pinnularia gibba*, (CB) *Pinnularia maior*, (CG) *Epithemia turgida*, (CH) *Epithemia argus*, (CÑ) *Denticula eximia*, (CO) *Denticula kuetzingii*. **Grupo 3:** (CP) *Nitzschia* sp. **Grupo 4:** (AX) *Cocconeis placentula*, (BA) *Amphora ovalis*, (BB) *Surirella tenera*, (BD) *Campylodiscus clypeus*, (BL) *Diploneis elliptica*, (BN) *Gomphonema augur*, (BO) *Gomphonema sphaerophorum*, (BP) *Gomphonema pseudoaugur*, (BQ) *Gomphonema parvulum*, (BR) *Gomphonema saprophilum*, (BS) *Gomphonema olivaceum*, (BT) *Gomphonema affine*, (BU) *Gomphonema gracile*, (BW) *Navicula veneta*, (BX) *Craticula halophila*, (BY) *Craticula cuspidata*, (CC) *Pinnularia viridis*, (CE) *Craticula ambigua*, (CF) *Craticula acidoclinata*, (CI) *Epithemia sorex*, (CJ) *Epithemia hyndmanii*, (CK) *Rhopalodia brebissonii*, (CL) *Rhopalodia gibba*, (CM) *Sellaphora pupula*, (CN) *Fallacia pygmaea*, (CQ) *Nitzschia alpina*, (CR) *Nitzschia palea*.

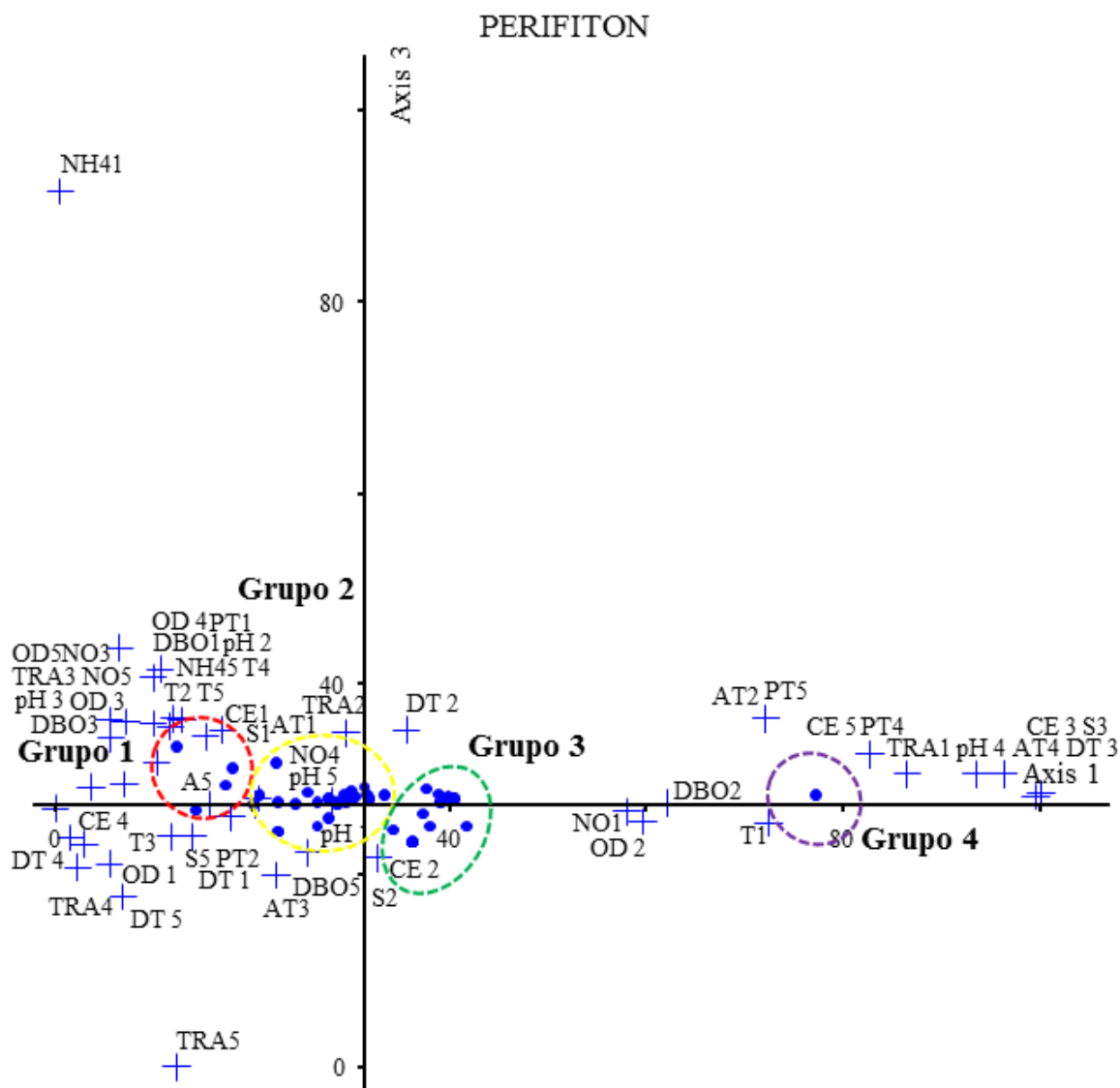
Figura 2.15. Análisis de correspondencia del perifiton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.

En el presente gráfico se muestra una vez más la formación de cuatro grupos de microalgas (figura 2.16.), de las cuales la primera de ellas (4), está constituida por especies asociadas a ambientes con bajas a moderadas concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno y fósforo (DBO1, DBO2, PT1 y PT2), pH básico, con ligera a alta transparencia, con temperaturas bajas a altamente cálidas y conductividad eléctrica elevada (PH2, PH3, TRA2, TRA3, TRA4, T2, T3, T4, T5 y CE4), con niveles bajos a altos de oxígeno disuelto, nitratos y dureza (OD1, OD3, OD4, OD5, NO3, NO5, DT1, DT4 y DT5), así también en aguas muy salinas y con elevada concentración de amonio (S5 y NH45).

Las especies del grupo dos (26), los constituyen aquellas cuya presencia está influenciada por aguas blandas y moderadas concentraciones fósforo (DT1 y PT2), con poca a alta transparencia (TRA2 y TRA5), en valores bajos a intermedios de alcalinidad y en elevados niveles de nitratos (AT1, AT3 y NO4), demanda bioquímica de oxígeno y aguas con bajos a altos niveles de pH (DBO5, pH1 y pH5).

El grupo tres lo integran especies (19), cuya presencia es atribuida a niveles intermedios de salinidad, conductividad eléctrica y dureza (S2, CE2 y DT2).

Finalmente, la distribución del cuarto grupo (1), se encuentra asociada a las bajas concentraciones de nitratos, a una mínima transparencia del agua, y a temperaturas ligeramente bajas (NO1, TRA1 y T1), así como por niveles intermedios de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno (OD2 y DBO2), también influenciada por aguas moderadamente duras y salinas (DT3 y S3), por otro lado dichas especies también fueron tolerantes a condiciones moderadas a altas de alcalinidad, conductividad eléctrica, fósforo y con un pH altamente básico (AT2, AT3, CE3, CE5, PT4, PT5 y pH4).



Grupo 1: (DK) *Peridinium* sp., (DQ) *Lepocinclis helicoidea*, (EH) *Trachelomonas volvocina*, (EN) *Trachelomonas bernardinensi*. **Grupo 2:** (CU) *Nitzschia amphibia*, (CW) *Nitzschia fonticola*, (CZ) *Nitzschia gracilis*, (DA) *Nitzschia amphibia* var. *frauenfeldii*, (DB) *Nitzschia palacea*, (DD) *Nitzschia angustata*, (DE) *Nitzschia frustulum*, (DG) *Nitzschia supralitorea*, (DN) *Phacus wettsteinii*, (DÑ) *Phacus orbicularis*, (DR) *Lepocinclis salina* (DT) *Lepocinclis texta* var. *richardiana*, (DU) *Colacium simplex*, (DV) *Lepocinclis oxyuris*, (DX) *Euglenaformis proxima*, (EB) *Euglena deses*, (EC) *Euglenaria caudata*, (ED) *Euglenaria caudata* var. *minor*, (EE) *Euglena spathirhyncha* (EF) *Strombomonas deflandrei*, (EI) *Trachelomonas hispida*, (EJ) *Trachelomonas silvatica*, (EK) *Trachelomonas zorensis*, (EL) *Trachelomonas caudata*, (EM) *Trachelomonas abrupta*, (EÑ) *Trachelomonas scabra*. **Grupo 3:** (CS) *Nitzschia intermedia*, (CT) *Nitzschia vermicularis*, (CV) *Nitzschia sigmoidea*, (CX) *Nitzschia umbonata*, (DC) *Nitzschia constricta*, (DF) *Nitzschia tryblionella*, (DH) *Tryblionella calida*, (DI) *Nitzschia incerta*, (DJ) *Peridinium cinctum*, (DL) *Gymnodinium* sp., (DM) *Phacus longicauda*, (DO) *Monomorphina papyrus*, (DP) *Phacus denisii*, (DS) *Lepocinclis capito*, (DW) *Euglenapusilla* var. *longa*, (DY) *Euglena retronata*, (DZ) *Euglena tuberculata*, (EA) *Euglena acus*, (EG) *Strombomonas giardiana*. **Grupo 4:** (CY) *Nitzschia clausii*.

Figura 2.16. Análisis de correspondencia del perifiton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.

El análisis de correspondencia de las especies del perifiton con relación a las variables ambientales (figura 2.17.), nuevamente presenta una formación de 4 grupos.

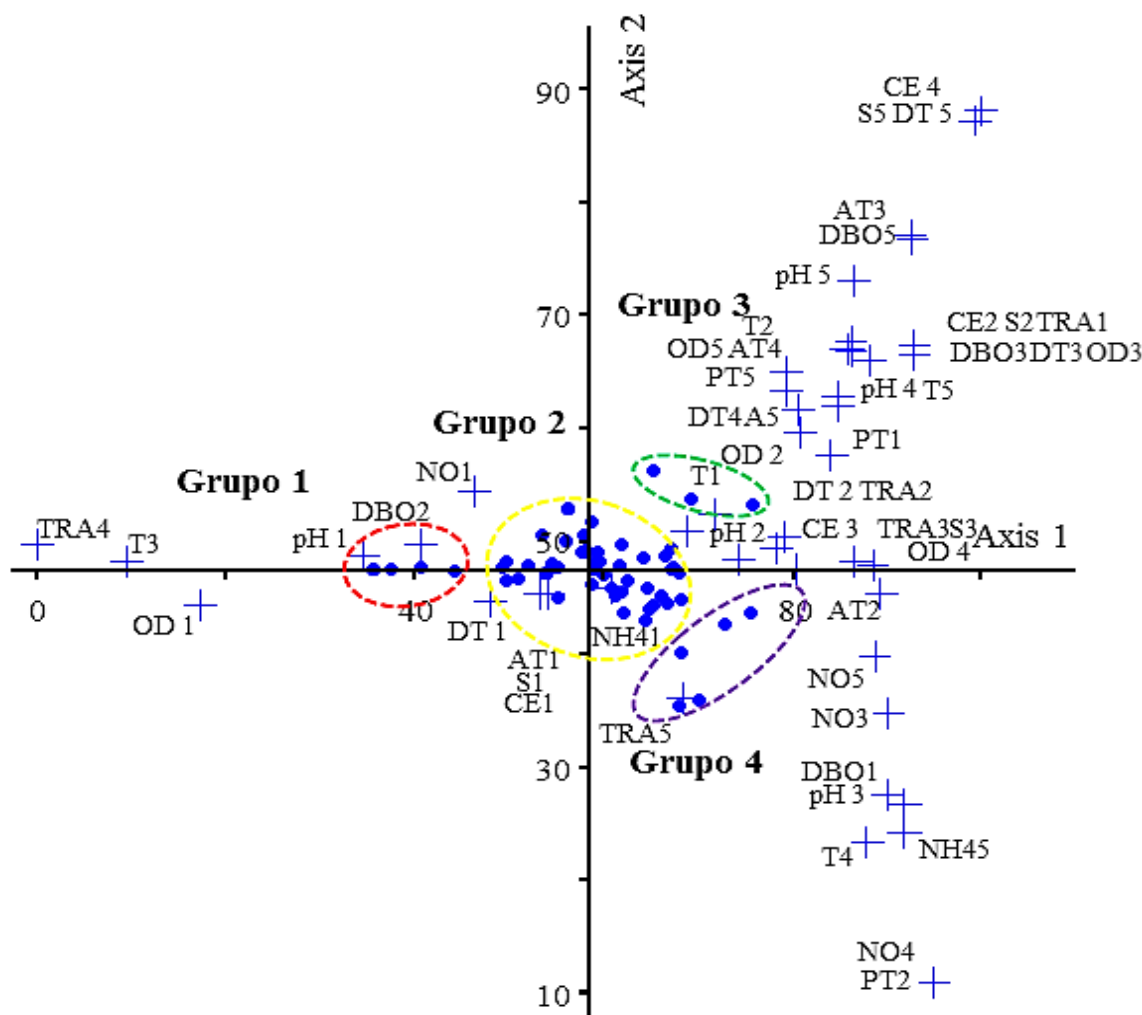
La primera agrupación (6), está integrada principalmente por especies con afinidad a bajos niveles de fósforo, nitratos y oxígeno disuelto, a su vez bajo condiciones intermedias de demanda bioquímica de oxígeno, bajo temperaturas moderadamente cálidas, y elevada transparencia.

Los organismos de la segunda aglomeración (53), están asociadas a aguas poco alcalinas, salinas y bajos niveles de nitratos (AT1, S1 Y NH41), con ligera dureza, transparencia y con un pH ligeramente básico (DT1, DT2, TRA2 y pH2).

El tercer conjunto (3), está conformado por especies cuya presencia está influenciada por condiciones de bajas a altas temperaturas (T1, T2 y T5), asimismo por moderadas a elevadas concentraciones de fosfatos, oxígeno disuelto, salinidad, alcalinidad, conductividad eléctrica y demanda bioquímica de oxígeno (PT1, PT5, OD2, OD3, OD4, AT3, AT4, S2, S3, S5, CE2, CE3, CE4, DBO3 y DBO5), con transparencia moderada y ligeros a elevados niveles de pH (TRA1, TRA2, TRA3, pH2, pH4 y pH5).

Finalmente, el cuarto grupo (5), lo constituyen especies con preferencia a bajos niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO1), con moderada concentración de fósforo, alcalinidad y pH (PT2, AT2 y pH3), en aguas cálidas, así como por moderados a altos valores en nitratos, amonio y altamente transparentes (T4, NO3, NO4, NO5, NH45 y TRA5).

PERIFITON



Grupo 1: (ET) *Chloromonas subdivisa*, (FJ) *Monoraphidium minutum*, (FQ) (FR) *Desmodesmus subspicatus*, (GM) *Micractinium quadrisetum*, (GS) *Staurastrum leptocladum* var. *elegans*. **Grupo 2:** (EO) *Chlamydomonas* sp., (EP) *Chlamydomonas metapyrenigera*, (EQ) *Chlamydomonas altera*, (ES) *Chloromonas depauperata*, (EV) *Sphaerocystis schroeteri*, (EW) *Pteromonas denticulata*, (EX) *Pteromonas aequiciliata*, (EZ) *Colemanosphaera charkowiensis*, (FA) *Tetraëdron mínimum*, (FB) *Tetraëdron pentaedricum*, (FC) *Pseudopediastrum boryanum*, (FD) *Pseudopediastrum boryanum* f. *longicornis*, (FE) *Pediastrum dúplex*, (FG) *Stauridium tetras*, (FH) *Pediastrum tetras* var. *tetradon*, (FI) *Tetracystis fissurata*, (FK) *Monoraphidium contortum*, (FM) *Monoraphidium komarkovae*, (FN) *Kirchneriella diana*, (FÑ) *Kirchneriella* sp., (FO) *Schroederia setigera*, (FP) *Desmodesmus maximus*, (FS) *Desmodesmus intermedius*, (FT) *Tetradasmus obliquus*, (FU) *Desmodesmus communis*, (FV) *Comasiella arcuata* var. *platydisca*, (FW) *Scenedesmus opoliensis*, (FX) *Scenedesmus velitaris*, (FY) *Desmodesmus serratus*, (GA) *Scenedesmus ellipticus*, (GB) *Coelastrum microporum*, (GC) *Oedogonium* sp., (GD) *Oedogonium capillare*, (GF) *Stigeoclonium tenue*, (GG) *Lemmermannia triangularis*, (GH) *Oocystis solitaria*, (GK) *Oocystis borgei*, (GL) *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, (GN) *Micractinium pusillum* var. *elegans*, (GÑ) *Actinastrum hantzschii*, (GO) *Actinastrum hantzschii* var. *subtile*, (GP) *Didymogenes anómala*, (GQ) *Lagerheimia genevensis*, (GT) *Cosmarium granatum*, (GU) *Pleurotaenium trabecula*, (GV) *Closterium acerosum*, (GW) *Closterium praelongum* var. *brevius*, (GX) *Closterium leibleinii*, (GY) *Closterium venus*, (GZ) *Mougeotia* sp., (HA) *Spirogyra* sp. **Grupo 3:** (FL) *Monoraphidium arcuatum*, (GI) *Oocystis natans*, (GR) *Crucigenia tetrapedia*. **Grupo 4:** (ER) *Sphaerellopsis* sp., (EU) *Sphaerocystis planctónica*, (EY) *Eudorina elegans*, (GE) *Oedogonium plusiosporum*, (GI) *Oocystis lacustris*.

Figura 2.17. Análisis de correspondencia del perifiton en el lago de Cuitzeo y las variables fisicoquímicas durante el 2012, 2013, 2014.

DISCUSIÓN

En el lago de Cuitzeo, la composición específica planctónica y perifítica estuvo mejor representada por los grupos Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae y Euglenophyceae.

Las especies de los cuatro grupos de microalgas con mayor riqueza, habitan nichos con elevada conductividad eléctrica, aguas principalmente alcalinas, altamente salobres, en niveles de pH desde 4.3 a 9.2, con temperaturas por arriba de los 18 °C, eutróficas, poco profundas en el litoral, en aguas residuales y en ambientes contaminados con material orgánico (Ettl et al., 1983; Prescott 1961; Conforti 1986; Ettl, 1987; Hindák 1990; Comas 1996; Tavera et al., 2000; Komárek y Anagnostidis, 2001, 2005; Ortega, 2002; John 2002; Krammer y Lange-Bertalot. 1986, 1988, 1991 b; Israde et al., 2010; y Segura 2011; Peixoto 2012 y Komárek, 2013).

Desde 1979 el lago de Cuitzeo ha albergado una gran riqueza de microalgas dominadas principalmente por las azul-verdes y las diatomeas, sin embargo, hacia el año 1981 la sección oeste registró un florecimiento por una cianoprocariota la cual suprime la diversificación de otras formas algales, tal fenómeno fue atribuido a la disminución en la columna de agua, al incremento de la carga nutrimental y a la disminución de la transparencia del agua (Alvarado *et al.*, 1984).

Entre 1996 y 1997 un análisis de la comunidad perifítica indicó un arreglo análogo al del presente estudio, donde los grupos dominantes en la riqueza de especies fue liderada por Bacillariophyta, Cyanophyta, Euglenophyta y Chlorophyta, las especies identificadas en esta temporada, fueron tolerantes al alto contenido de bicarbonatos, nutrientes, niveles elevados de oxígeno disuelto y baja profundidad (Ortega *et al.*, 2009).

En el 2007 y 2008 la microflora planctónica estuvo encabezada nuevamente por el grupo Bacillariophyta, las especies catalogadas en este grupo sugieren niveles elevados de alcalinidad, bicarbonatos, carbonatos, grandes cantidades de material orgánico, y elevados ingresos de fósforo y nitrógeno (Ortega *et al.*, 2011).

Ortega *et al.* 2010, menciona que la riqueza específica planctónica fue mejor representada por Bacillariophyta, Chlorophyta, Dinophyta y Euglenophyta. Indica que durante 1979 y 1981 Bacillariophyta contribuyó con un elevado registro de especies y Dinophyta como la menor riqueza. Mientras que en 1997 las cianofíceas fueron las más representativas en este parámetro y nuevamente entre el 2007 y 2008 Bacillariophyta y Chlorophyta incrementaron su riqueza específica. El arreglo algal que prevaleció desde 1979 al 2008 fue favorecida por los bajos niveles de profundidad y de transparencia y las condiciones de oxígeno disuelto extremos.

Existen estudios desde el neógeno que analizan el estado ecológico del lago de Cuitzeo con base a las diatomeas, la dominancia de dichos organismos revela que el vaso de recepción presentó eventos de recuperación y pérdida de la columna de agua, disminución en la transparencia, un incremento en la carga nutrimental y concentración salina (Israde *et al.*, 2002, 2010, Israde 1997, Israde y Garduño 1999), dichas condiciones aun prevalecen hasta el presente estudio y han ido en aumento, esto ha sido corroborado por el establecimiento exitoso de un gran número de especies pertenecientes al grupo de las cianoprocaritas, y las diatomeas las cuales han sido tolerantes a la reducción de la profundidad, disminución de la transparencia, al incremento de la salinidad, y al nivel eutrófico con tendencia a la hipertrofia (Komárek y Anagnostidis, 2001 y 2005; Ortega, 2002; Krammer y Lange-Bertalot. 1986, 1988, 1991 a y b; Israde *et al.*, 2010; Segura 2011; y Komárek, 2013).

Del total de especies determinadas la que registró mayor porcentaje de abundancia relativa fue *Spirulina princeps*, dicha especie pertenece a la clase Cyanophyceae, la cual es característica de ambientes poco profundos y eutróficos (Komarek y Anagnostidis, 2005).

Brow y Austin, 1973 mencionan que en cuerpos de agua eutróficas siempre la composición taxonómica microalgal perifítica serán dominadas por las azul-verde, diatomeas y clorófitos filamentosos, mientras que el fitoplancton siempre será dominado por cianobacterias debido a que las especies de estos grupos prefirieron alta concentración de Ca, conductividad y moderada concentración de PO₄ y bajas temperaturas del agua (Zebek, 2013). Sin embargo, el arreglo de la densidad algal registró una elevada concentración celular de diatomeas seguida de formas no filamentosas de clorófitos y cianobacterias y esto es debido a que las formas filamentosas dependen de la columna de agua por los

nutrientes las cuales no pueden desarrollarse adecuadamente debido a la reducida columna del agua, por lo que en su lugar muchas especies planctónicas se pueden producir adecuadamente sobre el litoral (Vadeboncouber y Steinman, 2002).

En el presente estudio durante el 2014 se registró la mayor abundancia en las dos comunidades de algas, las especies que aportaron los valores más altos fueron *Navicula erifuga*, *Nitzschia* sp, *N. amphibia* y *N. frustulum* en el perifiton, mientras que en el fitoplancton fueron *Euglena pusilla* var. *longa*, *Nitzschia gracilis* y *Chloromonas subdivisa*, las cuales sugieren que las aguas tanto del litoral como la zona fótica del lago de Cuitzeo contienen altos niveles de electrolitos, elevadas concentraciones de salinidad, y un nivel eutrófico avanzado tendiente a la hipertroficación (Ettl et al., 1983; Conforti 1986; Krammer y Lange-Bertalot. 1986, 1988; Ortega 2002; y Segura 2011).

A lo largo del análisis, la diversidad estuvo mejor representada en la comunidad perifítica, al presentar los picos más altos en la mayoría de los sitios y las temporadas, mientras que el fitoplancton registró con mayor frecuencia los valores más bajos espacial y temporalmente. De manera inversa la dominancia presentó los mayores valores en la comunidad del fitoplancton y los menores en el perifiton. En lo que concierne a la equitatividad, las abundancias de la comunidad planctónica fueron más estables que las de la comunidad adherida a través del tiempo y espacio.

La presente contribución determinó la interacción entre el fitoplancton y el perifiton, ya que se registra mayor dominancia de las especies del fitoplancton sobre las especies del perifiton, provocando que la diversidad de la comunidad perifítica aumente y sus densidades algales bajen.

En ecosistemas acuáticos poco profundos y eutróficos como es el caso del Lago de Cuitzeo, la dominancia planctónica es favorecida por las aguas enriquecidas por nutrientes como el nitrógeno y fósforo, las densidades celulares de esta comunidad se incrementan, el cual impacta negativamente a la biomasa celular de la comunidad adherida a través del sombreado, evitando el acceso a la luz. La muerte y descomposición de las algas perifíticas provocando un aumento mayor de la concentración nutrimental, la cual estimula mayormente el crecimiento del fitoplancton (Lars-Anders, 1987; y Zhang *et al.*, 2014).

La limitación de la luz bajo el agua afecta positivamente la elevada diversidad y equitatividad de especies del perifiton, aunado a lo anterior, aun cuando el perifiton tiene la ventaja de ser la primera en acceder a los nutrientes, se ha encontrado que en elevados niveles de fósforo, disminuye el crecimiento celular de la comunidad de algas adheridas, mientras que el fitoplancton es indiferente a las altas concentraciones, lo cual le confiere una ventaja competitiva mayor (Lars-Anders, 1987 y 1992; Vadeboncouber y Steinman, 2002; Sanchez *et al.*, 2013; y Zhang *et al.*, 2014).

Otro factor que favorece a la relación competitiva entre ambas comunidades es atribuido a la baja profundidad del lago, dando lugar a una mezcla permanente de la columna de agua que permite al fitoplancton acceder a las profundidades con mejores condiciones de luz mientras que el perifiton debe adaptarse al régimen de luz en este sistema somero y turbio (Wetzel 1981).

La acción de la turbulencia, incrementarse el oleaje, provocando que las especies del perifiton sean desprendidas de los sustratos modificando la estructura al bajar su densidad y al incrementar la del fitoplancton, provocando la interacción entre las dos asociaciones algales (Roudusky *et al.*, 2001; y Vadeboncouber y Steinman, 2002). Esto es muy probable ya que en la velocidad del viento registró valores de 13 a 18 km/h las cuales favorecieron la turbulencia del oleaje en el lago de Cuizteo (Hurtado, 2014).

La similitud entre las comunidades en los diferentes sitios presentó un comportamiento particular, ya que se obtuvo una serie de combinaciones muy compleja, dando como resultado que la microflora planctónica de un determinado sitio sea diferente a la que se encuentra adherida en su litoral, por lo que resulta que tanto el fitoplancton como el perifiton sea similar entre los sitios de los diferentes vasos.

Este comportamiento puede explicarse con base en las condiciones que presenta la columna de agua y el litoral ya que las condiciones físicas y químicas de la calidad del agua pueden ser diferentes, los niveles de perturbación, la diversidad de sustratos y las afinidades ambientales de las especies que cada comunidad y sitio comparten (Vadeboncoeur *et al.*, 2003; King *et al.*, 2005; y Zhang *et al.*, 2014).

Es decir, en los sitios con similitud entre perifiton y perifiton como es el caso de San Agustín e Iramuco, esto podría atribuirse a que ambos sitios comparten especies cosmopolitas que se desarrollan principalmente en sustratos epilíticos y epifíticos, dichas especies toleran aguas eutróficas, salinas, con elevados niveles de electrolitos, conductividad y material orgánico, bajos niveles de oxígeno y alcalinos (Ettl et al., 1983; Conforti 1986; Krammer y Lange-Bertalot. 1986, 1988, 1991a y b; Israde et al., 2010; Komárek y Anagnostidis, 2001 y 2005; Ortega 2002; y Segura 2011). El mayor número de especies en común fueron diatomeas y algas verde-azules las cual poseen estructuras especializadas como muscilagos, pedúnculos, entre otras que les permiten estar fijos a dichos sustratos, es de destacar que son de los principales grupos que componen a este gremio, las cuales son tolerantes a fuertes cambios en el ambiente (Darley,1987; y Zebek 2014).

Mientras que en aquellos sitios que son análogos entre especies del perifiton y fitoplancton, es debido a especies que se desarrollan perfectamente tanto adheridas a algún sustrato o errantes en la columna de agua, esta situación es favorecida por la mezcla continúa debido a la baja profundidad y a la fuerza del oleaje que presenta el cuerpo de agua el cual provoca la resuspensión de especies del perifiton provocando que la densidad del fitoplancton aumente (Vadebocoeur y Steinman, 2002 y Havens *et al.*, 1996).

Vadebocoeur y Steinman (2002) mencionan que en ambientes eutróficos existe una dominancia del fitoplancton sobre el perifiton, esto también podría estar relacionado con dicha similitud entre comunidades ya que las especies compartidas entre comunidades fueron las que presentaron mayores concentraciones celulares.

Cabe resaltar que en el presente análisis, la similitud entre el perifiton y fitoplancton de los sitios no es muy distinto en los vasos a los que corresponden y que la diferencia es a nivel de vasos, ya que los valores del índice de Jaccard indican que existe una baja variación, esto se debe a que las condiciones fisicoquímicas no fueron muy distintas entre sitios de cada vaso, ya que la microflora planctónica y perifítica compartida por ser en su mayoría cosmopolita, toleran perfectamente las condiciones de aguas de moderada a altamente alcalinas, con amplio espectro en salinidad, pH, de baja a moderada transparencia, así como a la reducida columna de agua, a la continua mezcla, a las limitaciones por luz y nutrientes,

a la disponibilidad y diversidad de sustratos (Ettl et al., 1983; Conforti 1986; Krammer y Lange-Bertalot. 1986, 1988, 1991a y b; Israde *et al.*, 2010; Komárek y Anagnostidis, 2001 y 2005; Ortega 2002; y Segura 2011).

Del total de variables analizadas en el presente estudio 12 de ellas fueron importantes en la distribución de las especies del fitoplancton y del perifiton (temperatura del agua, transparencia, salinidad, pH, oxígeno disuelto, dureza total alcalinidad total, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), fósforo total, nitritos y amonio) las cuales en la comunidad del fitoplancton se formaron de 4 a 5 subgrupos, mientras que en el perifiton se establecieron 4 subgrupos.

De los cuales los grupos formados con mayor número de especies del fitoplancton dentro del análisis multivariado, fueron dirigidos principalmente por el oxígeno disuelto en moderadas concentraciones, ligera transparencia, conductividades eléctricas ligeramente bajas, pH moderadamente básicos, con bajo contenido de nitratos, moderado contenido de fósforo, elevados niveles de amonio, en aguas blandas a moderadamente duras, con baja alcalinidad, salinidad, con temperaturas ligeramente calidas a muy calidas y con moderado contenido de DBO5 a altos.

Mientras que en la comunidad del perifiton las asociaciones con el mayor número de especies se originaron bajo condiciones de ligeros niveles de oxígeno disuelto, transparencia moderada algunas veces alta, en bajas a moderadamente altas concentraciones de nitrógeno, baja alcalinidad, salinidad, amonio, pH y en aguas blandas.

La temperatura es uno de los factores importantes que favorecen el establecimiento de la microflora planctónica y perifítica, ya que determina la eficiencia fotosintética algal, el cual puede llegar a ser limitante en la distribución de aquellas especies que habitan nichos termales, debido a su comportamiento fisiológico (Darley 1958).

El incremento de la temperatura en el agua aumenta el contenido de calor provocando la evaporación, y con ello la disminución de la transparencia por acumulación de sales disueltas, las cuales elevan la alcalinidad total, este proceso se vuelve importante para el establecimiento de las microalgas, ya que los bicarbonatos se elevan, incrementando también la concentración del fósforo, el cual es un nutriente importante para la

bioasimilación por parte de los microorganismos autótrofos para la obtención de fosfolípidos, nucleótidos y ácidos nucleicos (Wetzel, 1981; y Talavera *et al* 1990; y Saikia, 2011).

Otros de los nutrientes que determinan la distribución de las algas fueron el amonio y los nitratos, los cuales se obtienen de la degradación de la materia orgánica y procesos oxidativos, el primero por ser un nutriente de forma orgánica su asimilación se vuelve más fácil además de su importancia en la constitución de sus proteínas, las cuales son primordiales para el crecimiento, funcionamiento y reproducción celular de la microflora, por otro lado los nitratos son requeridos por las algas en bajas concentraciones, debido a que son más difíciles de sintetizar, ya que deben ser reducidos para poder degradarlo e incorporarlo a los procesos celulares (Wetzel 1981; Darley 1987; y Hernandez 2008).

Otro de los requerimientos importantes que influyeron en la distribución de la microflora planctónica fue la dureza total el cual está conformada por el calcio, el magnesio y otros componentes, este último es esencial ya que provee de elementos importantes como la porfirina el cual es necesario para la formación de la clorofila (Roldan y Ramirez 2008; y Gomez 2014).

La tendencia a las aguas blandas a ligeramente duras es debido a que algunas algas están adaptadas a concentraciones casi imperceptibles como es el caso de algunas desmideas, sin embargo, toleran altos niveles de alcalinidad, así como unidades altas de pH (Wetzel 1981; y Hurtado 2015).

El pH es otro de los factores importantes para el desarrollo y diversificación de las algas, se dice que en intervalos de 6.5 y 9 son óptimos para el desarrollo de las mismas, ya que bajo estas unidades el fósforo se encuentra en solución, libre y disponible para la bioasimilación, mientras que, en aguas con pH alcalino, el fósforo es absorbido por el calcio del agua y en los ácidos se junta con el hierro y aluminio (Talavera *et al* 1998; Roldan y Ramirez 2008; y Soto 2014)

De dicho análisis se distinguen 5 grupos con mayor número de especies, el primero de ellos está constituido por especies cosmopolitas, característicos de ambientes poco profundos y de rápida desecación, con pH de neutro a alcalino (7-9.5), bajo contenido de oxígeno,

electrolitos, de diversos niveles tróficos (desde los oligotróficos hasta los eutróficos), dichas especies hábitat aguas altamente salinos y algunos de ellos llegan a tolerar temperaturas desde los 28-54°C (Ettl 1987; Krammer y Lange- Bertalot 1991 a y b; Komarek y Anagnostidis 2001 y 2005; Ortega 2002; Israde *et al.*, 2010; Segura 2011; y Komarek 2013).

En el segundo grupo se presentan especies también cosmopolitas, principalmente de ambientes con baja profundidad, alcalinos, con alto contenido de oxígeno, aguas con temperaturas templadas, desde mesotróficas a eutróficas y alto grado de contaminación de tipo industrial y orgánico. Algunos de los miembros de este grupo, son propios de ambientes oligotróficos a mesotróficos, sin embargo, llegan a tolerar altos niveles de pH, salinidad y la elevada carga nutrimental (Krammer y Lange Bertalot 1986 y 1991b; Ortega 2002; y Segura 2011).

El tercer aglomerado esta conformado por especies que prefieren principalmente sistemas poco profundos, salinos, moderado a fuertemente contaminados, bajos niveles de oxígeno, niveles intermedios a altos de electrolitos y elevada concentración de nitrógeno (Conforti 1986; Krammer y Lange-Bertalot 1988; John 2002; y Segura 2011).

La cuarta asociación está compuesta por especies cosmopolitas que habitan sistemas con ligera a moderada contaminación, someros, aguas con material orgánico, con diversos estados tróficos y temperaturas cálidas (Prescott 1961; Ettl *et al.* 1983; Conforti 1986; Comas 1996; John 2002; y Peixoto *et al.* 2012)

Finalmente, el quinto grupo lo integran especies cosmopolitas que habitan sistemas con niveles lacustres bajos, de mesotróficos a altamente eutróficos, turbios, con temperaturas elevadas, con con amplio espectro en pH (4 a 9) (Prescot 1961; Komarek 1983; Hindak 1990; Comas 1996; John 2002; y Soto 2014).

El primero de ellos está conformado por individuos en su mayoría cosmopolitas, los organismos de este grupo son característicos de ambientes contaminados por fuentes agrícolas, industrial y de desecho, habitan ecosistemas con aguas desde oligotróficos a eutróficos, con moderada concentración de sales, toleran sistemas alcalinos, mientras que algunos miembros también habitan aquellos que son ácidos, con pH desde los 4 a los 9, poco

profundos, turbios, con bajo contenido de oxígeno, electrolitos y material orgánico (Krammer y Lange-Bertalot 1991 a y b; Komarek y Anagnostidids 2001 y 2005; Ortega 2002; Segura 2011; Komarek 2013). Algunas de las especies como *Aulacoseira granulata* requiere condiciones con alto contenido de sílice y elevada profundidad (Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999).

El segundo grupo lo componen especies también cosmopolitas, afines a ambientes mesotróficos a eutróficos, con moderado a elevado contenido de electrolitos, altas concentraciones de oxígeno disuelto, conductividad, en aguas salobres y temperaturas cálidas, contaminados por aguas de residuo, agrícola e industrial.

El tercer grupo presenta especies cosmopolitas, con preferencia de ambientes con aguas dulces a salobres, eutróficas, con moderada a alta conductividad, electrolitos, sistemas poco profundos, alcalinos, contaminados por acción agrícola e industrial (Conforti 1986; Krammer y Lange-Bertalot 1988; Ortega 2002; John 2002; y Segura 2011). Dentro de esta asociación se registraron especies de hábitats con alto contenido de nitrógeno como *Nitzschia fonticola* (Krammer y Lange-Bertalot. 1988; y Segura 2011).

Finalmente, el cuarto grupo esta integrado por algunas especies cosmopolitas, de nichos con moderada a elevada concentración de nutrientes, con niveles lacustres bajos, alcalinos, elevada conductividad eléctrica y en sistemas de rápida desecación (Morgan 1920; Prescott 1961; Komarek 1983; Ettl 1983; Hindak 1990; Comas 1996; Tavera 2000; John 2002; Peixoto 2012; y Soto 2014). Existen también organismos que habitan ambientes principalmente de ácidos a neutros algunas especies de *Closterium*, pero que pueden llegar a tolerar hasta niveles de 8.5 (John 2002).

CONCLUSIÓN

- Del análisis de 213 muestras, se registraron un total de 251 especies distribuidas en 12 clases. Las especies del perifiton más abundantes en todo el periodo de estudio fueron *Nitzschia frustulum*, *Navicula erifuga*, *Nitzschia palea*, *Spirulina princeps*, *Monoraphidium minutum* y *Snowella litoralis*. Mientras que las planctónicas con

mayor concentración celular fueron *Spirulina prínceps*, *Snowella litoralis* y *Nitzschia frustulum*.

- La diversidad y dominancia de las comunidades del perifiton y fitoplancton presenta una relación inversa.
- En todo el periodo de estudio la mayor similitud ocurrió entre la comunidad del perifiton de Capacho y Copándaro durante diciembre del 2014.
- En los sitios ubicados dentro de los vasos centro y este del lago de Cuitzeo se registra mayor similitud. Los sitios ubicados en el vaso oeste son disímiles al resto del lago.
- La equitatividad de las comunidades de microalgas fue variable en todos los sitios de muestreo y en toda la temporada de estudio. El mayor valor se registró en el fitoplancton.
- Las variaciones de la comunidad del fitoplancton y perifiton y su relación con las variables ambientales durante el periodo de estudio, fueron ordenadas por la temperatura del agua, transparencia, salinidad, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, dureza total, alcalinidad total, demanda bioquímica de oxígeno, fósforo, nitratos y amonio.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcocer J. y U.T. Hammer. 1998. Saline lake ecosystems of México. Aquatic Ecosystem Health & Magnagement. 1: 291-315.
- Alvarado DJJ, Zubieta RT, Ortega MMR, Chacón TA, Espinoza GR. 1984. Hipertroficación en un lago tropical somero (Lago de Cuitzeo, Michoacán, México). Revista Biológica, 1: 1-22.
- Bravo, M., G. Barrera, M. E. Mendoza, J.T. Sáenz, F. Bahena, R. Sánchez. 2012. Contribuciones para el desarrollo sostenible de la cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán. INIFAP-Campo Experimental Uruapan, Michoacán. UNAM-Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Morelia, Michoacán, México. 345 pp.
- Brown S. D. Brown y A. P. Austin. 1973. Diatom Succession interaction in litoral periphyton and plankton. Hydrobiologia. Vol 43, 3-4. 333-356 pp.

- Comas A. G. 1996. Los Chlorococcales dulceacuícolas de Cuba. J. Cramer. Stuttgart Berlin. 100 pp.
- Conforti, V. 1986. Euglenophyta. Strauss Offsetdruck. Hirschberg, Germany. 301 pp.
- Connell H. J. 1980. Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past. *Oikos* 35: 131-138 pp.
- Darley W. M. 1987. Biología de las algas, enfoque fisiológico. Ed. Limusa. México. 236 pp.
- Ettl H. 1983. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 9: Chlorophyta I (Phytomonadina). VEB Gustav Fischer Verlag Jena. 807 pp.
- Ettl, Hanuš. 1978. Xanthophyceae 1. Teil. Juk.: Ettl H., Gerloff J., Heynigh H. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. 530 pp.
- Gomez J., G. Blancas, E. Constanzo, A. Cervantes. 2014. Análisis de calidad de aguas naturales y residuales con aplicación a la microescala. Universidad Nacional Autónoma de México, FES Zaragoza. 204 pp.
- Hanks J. 1998. Biological ToolBox (BIOTOOLS). Paquete estadístico, versión 0.01 Add-in for Excel 5.0.
- Havens K. E., Therese L. East, Richard H. Meeker, William P. Davis and Alan D. Steinman. 1996. Phytoplankton and periphyton responses to *in situ* experimental nutrient enrichment in a shallow subtropical lake. *Journal of Plankton Research* Vol.18 no.4 pp.551-566 pp.
- Hernández M. R. 2008. Fitoplancton del Lago Cráter "La alberca", Tacámbaro de Codallos, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacan, México. 126 pp.
- Hindák F. 1990. Studies on the Chlorococcales algae (Chlorophyceae). V. - Treatise on biology (Bratislava) *Biol. Práce. Veda*, Bratislava, 36, 228 pp.
- Hurtado, A. A. 2015. Limitación nutrimental y sus efectos en la productividad acuática en el Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 92 pp.
- Iserentant R., L. Ector, F. Straub y D.U. H. Becerril. 1999. Mé-thodes et techniques de préparation des échantillons de diatomées. *Cryptogamie Algology* 20: 143-148 pp.

- Israde A. I. 1997. Neogene diatoms of Cuitzeo lake, central sector of the trans-mexican volcanic belt and their relationship with the volcano-tectonic evolution. INQUA/Elsevier Science Ltd. México. Vol. 43/44; 137-143 pp.
- Israde A. I. 2002. Paleoambiente lacustre del cuaternario tardío en el centro del lago de Cuitzeo. *Hidrobiología*. México. 12(1); 61-78 pp.
- Israde A. I., R. Velázquez, M. S. Lozano, J. Bischoff, G. Dominguez y V. H. Garduño. 2010. Evolución Paleolimnológica del Lago Cuitzeo, Michoacán durante el Pleistoceno-Holoceno. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. México. 62 (3): 345-357 pp.
- Israde Alcántara I. 1997. Neogene diatoms of Cuitzeo lake, central sector of the trans-mexican volcanic belt and their relationship with the volcano-tectonic evolution. INQUA/Elsevier Science Lid. 137-143 pp.
- Israde Alcántara, I., Garduño-Monroy, V.H., 1999, Lacustrine record in a volcanic intra-arc setting: The evolution of the Late Neogene Cuitzeo Basin System (Central Western Mexico, Michoacán): *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 151, 209-227.
- Israde-Alcántara, I., Garduño-Monroy, V.H., Ortega-Murillo, R., 2002, Paleoambiente lacustre del Cuaternario tardío en el centro del lago de Cuitzeo: *Hidrobiología*, 2, 61-78.
- John, M. D., B. A. Whitton y A. J. Brook. 2002. The freshwater algae flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae. Cambridge University Press. 702 pp.
- King L., G. Klarke, H Bennion, M. Kelly y M. Yallop. 2005. Sampling littoral diatoms in lakes for ecological status assessments: a literatura review. *Environment Agency*. 31 pp.
- Komárek J. y K. Anagnostidis 2005. *Cyanoprokaryota 2 Teil: Oscillatoriales*. Elsevier. Italy. 759 pp.
- Komárek J. y K. Anagnostidis. 2001. *Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales*. Ed. Spektrum Akademisher Verlag. 548 pp.
- Komárek J. y K. Anagnostidis. 2002. *Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales*. Ed. Spektrum Akademisher Verlag. 759pp.
- Komárek, J. & B. Fott. 1983. *Das Phytoplankton des Süßwasser Systematik und Biologie. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales*. Von Huber-Pestalozzi. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u Obermiller) Stuttgart, Germany.
- Krammer K. 2000. *Diatoms of Europe*. Ed. Lange-Bertalot. Vol I. The genus *Pinnularia*. H. Lange-Bertalot (Ed.). ARG Gantner Verlag K.G. 703 pp. y 217 Plates.

- Krammer K. 2002. Diatoms of Europe. Ed. Lange-Bertalot. Vol III. *Cymbella*. Gantner Verlag K.E. Germany. 584 pp.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.) Die SüBwasserflora von Mitteleuropa Band 2/1:876 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart. 876 pp.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Ephitemiaceae, Surirellaceae. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.) Die SüBwasserflora von Mitteleuropa Band 2/2: 596 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae. Teil 3: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.) Die SüBwasserflora von Mitteleuropa Band 2/3: 576 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae. Teil 4: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Gesamtliteraturverzeichnis Teil ¼. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.) Die SüBwasserflora von Mitteleuropa Band 2/4:438 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart.
- Lars A. H. 1988. Factors of competitive interactions on the biomass development of planktonic and periphytic algae in lakes. American Society of Limnology and Oceanography. 33(1); 121-128 pp.
- Lars A. H. 1992. Factors regulating periphytic algal biomass. American Society of Limnology and Oceanography. 37(2); 322-3228 pp.
- Moreno C. E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.
- Morgan S. M. 1920. Phytoplankton of the inland Lakes of Wisconsin; Part I; Myxophyceae, Phaeophytaceae, Heterokontae, and Chlorophyceae exclusive of the Desmidiaceae. Wisconsin Geological and Natural History Survey. Germany. 221 pp.
- Nicovita. 1998. Boletín sobre la influencia del pH sobre los organismos acuáticos. 2^a edición. Lima, Perú. Tumpis.

- Ortega M. 2002. Evolución del lago de Cuitzeo en los últimos Ca. 18,000 años A.P. con base en el análisis de las diatomeas del presente y del pasado. Tesis de Maestría. Facultad de Biología, UMSNH. México. 101 pp.
- Ortega M. M. del R., Alvarado Villanueva, R. Hernández-Morales, Israde Alcántara I, Sánchez Heredia J.D., Arredondo Ojeda M. y Martínez Sánchez I., 2009. El perifiton de un lago hiposalino hipereutrófico en Michoacán, México. *Biológicas*, no. 11; 56-63 pp.
- Ortega M. M. R., R. Alvarado, J.D. Sánchez, R. Hernández, M. Arredondo e I. Martínez. 2011. Abundancia y distribución del fitoplancton en un lago hiposalino, Michoacán México. *Biológicas*. México. 13(2); 15-20 pp.
- Ortega M. M.R., R. Alvarado, R. Hernández, J. D. Sánchez. 2010. Evolución trófica de un lago tropical hiposalino en México con base al fitoplancton. *Biológicas*. México. 12(2); 75-81 pp.
- Patrick R. y W. C. Reimer. 1966. The diatoms of the United States exclusive of Alaska Hawaii. Monograph of the Academy of natural Sci. of Philadelphia. I (13); XI 688 pp.
- Patrick R. y W. C. Reimer. 1975. The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Monograph of the Academy of natural Sci. of Philadelphia. II (13); XI 213 pp.
- Peixoto R. G. J., C. E. Mattos Bicudo, A. Góes Neto y C. W. Nascimento Moura. 2012. *Monoraphidium* and *Ankistrodesmus* (Chlorophyceae, Chlorophyta) from Pantanal dos Marimbus, Chapada Diamantina, Bahia State, Brazil. *Hoehnea* 39(3): 421-434 pp.
- Prescott R. y Vinyard C. W. 1982. A sinopsis of north American desmids. University of Nebraska Press. United States of American. 685 pp.
- Rodusky A.J., A. D. Steinman, T. L. East, B. Sharfstein y R. H. Meeker. 2001. Periphyton nutrient limitation and other potential growth-controlling factors in Lake Okeechobee, U. S. A. *Hydrobiologia* 448: 27-39 pp.
- Saikia K. S. 2011. Review on periphyton as mediator of nutrient transfer in aquatic ecosystems. *Ecological Balkanica*. Vol. 3, Issue 2. 65-78 pp.
- Sanchez M. L., G. L. Perez, I. Izaguirre y H. Pizarro. 2013. Influence of underwater light climate on periphyton and phytoplankton communities in shallow lakes from the

- Pampa plain (Argentina) with contrasting steady states. *J. Limnol.*; 62-78; (1); 62-78 pp.
- Schnek A. y A. Massarini. 2008. *Curtis Biología*. Ed. Panamericana. Argentina. 1812 pp.
- Soto P. B. E. 2014. *Fitoplancton del vaso sur de la presa Adolfo López Mateos "Infiernillo" Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacan, México. 145 pp.
- Squeo F. P., J. Cepeda, N. Olivares y M. T. K. Arrollo. 2006. *Interacciones ecológicas en la alta montaña del Valle del Elqui*. Universidad de La Sirena. La Serena. Chile. 69-103 pp.
- Tavera R. L., E. Novelo y A. Comas. 2000. Chlorococcalean algae (s. l.) from the Ecological Park of Xochimilco, México. *Algological Studies* 100: 65-94 pp.
- Utermöhl H. 1958. *Limnologische Phytoplanktonstudien. Die Besiedlung osthoisteinischer Seen mit Schwebepflanzen*. *Arch Hydrobiologia*: 5; 527 pp.
- Vadeboncoeur Y. y A. D. Steinman. 2002. *Periphyton Function in Lake Ecosystems*. *The Scientific World Journal*. 2; 1449–1468 pp.
- Vadeboncoeur Y., E. Jeppesen, M. J. Vander, H. H. Schierup, K. Christoffersen, D. M. Lodge. 2003. From Greenland to Green lakes: Cultural eutrophication and the loss of benthic pathways in lakes. *Limnology and Oceanography*. 48 (4); 1408-1418 pp.
- Wetzel, R. G. 1981. *Limnología*. Ed. Omega S. A. Barcelona, España. 679 pp.
- Whitford A. L. y J. G. Schumacher. 1973. *A Manual of Fresh-Water algae*. Published by Sparks Press Raleigh N. C. 324 pp.
- Zebek E. 2013. Differentiation of periphyton and phytoplankton assemblages in anthropogenically transformed conditions of the littoral zone in a shallow urban lake (Lake Jeziorak Mały, Poland). *Hungria. Applied ecology and environmental research* 11(3): 323-342pp.
- Zebek E. 2014. Succession of periphyton and phytoplankton assemblages in years with varying amounts of precipitation in a shallow urban lake (lake jeziorak mały, poland). *Ekologia (Bratislava)*. Vol. 33, No. 3, p. 259–273
- Zhang X., X. Mei, Z. Liu y R. D. Gulati. 2014. Effects of N and P enrichment on competition between phytoplankton and benthic algae in shallow lakes: a mesocosm study. *Environmental Science and pollution Research*. DOI10.1007/s11356-014-3680-3.

Tabla A.2. Matriz de correlaciones de variables fisicoquímicas del ACP

	Taire	Tagua	TRANS	PROF	CONDE	SAL	pH	OD	Cl _a	CLOR	DT	DC	DMg	ALCT	ALCP	DBO ₅	PT	NO	SO	SS	STD	NH ₄	NH ₃
Taire	1.0000	0.0728	-0.4945	-0.3949	0.2375	0.2366	-0.0476	0.5937	-0.2936	-0.4601	-0.5486	-0.6156	-0.5028	-0.6870	0.4128	-0.5400	-0.5842	-0.7774	0.0579	-0.3286	-0.0364	-0.5387	-0.5984
Tagua	0.0728	1.0000	-0.3034	0.2442	0.5686	0.5740	0.8159	-0.0487	-0.4001	-0.1569	0.5704	0.7282	0.5048	0.0583	0.2364	-0.2140	0.5008	-0.0754	-0.7524	-0.4239	-0.5379	0.4728	0.5506
TRANS	-0.4945	-0.3034	1.0000	0.6656	-0.8477	-0.8408	-0.5654	-0.1118	-0.0696	0.5822	-0.1016	0.0576	-0.1281	0.1386	-0.3438	-0.1633	0.2193	0.0238	0.1244	0.1410	0.2405	-0.0105	0.0081
PROF	-0.3949	0.2442	0.6656	1.0000	-0.6167	-0.6142	-0.1419	0.2937	0.1073	0.7788	0.2205	0.4364	0.1636	0.4483	0.3200	0.0899	0.0994	0.1336	0.0840	0.4047	0.3598	0.3734	0.3781
CONDE	0.2375	0.5686	-0.8477	-0.6167	1.0000	0.9999	0.7837	-0.2889	-0.2788	-0.7315	0.3338	0.3210	0.3168	-0.1827	-0.0026	-0.0357	0.3030	0.0004	-0.6060	-0.4997	-0.6806	0.1324	0.1969
SAL	0.2366	0.5740	-0.8408	-0.6142	0.9999	1.0000	0.7845	-0.2944	-0.2917	-0.7357	0.3335	0.3255	0.3156	-0.1898	-0.0102	-0.0476	0.3127	-0.0065	-0.6173	-0.5113	-0.6910	0.1300	0.1963
pH	-0.0476	0.8159	-0.5654	-0.1419	0.7837	0.7845	1.0000	-0.3816	-0.0608	-0.2143	0.8012	0.6420	0.7866	0.2884	-0.0122	0.1388	0.5547	0.3088	-0.6302	-0.3650	-0.4766	0.6768	0.7199
OD	0.5937	-0.0487	-0.1118	0.2937	-0.2889	-0.2944	-0.3816	1.0000	0.1060	0.1813	-0.5496	-0.3984	-0.5482	-0.2119	0.8900	-0.0907	-0.8344	-0.4826	0.4935	0.4224	0.4989	-0.3781	-0.4556
Cl _a	-0.2936	-0.4001	-0.0696	0.1073	-0.2788	-0.2917	-0.0608	0.1060	1.0000	0.6523	0.2909	-0.1514	0.3639	0.7817	0.2288	0.8958	-0.3785	0.7339	0.7680	0.8321	0.8226	0.4746	0.3460
CLOR	-0.4601	-0.1569	0.5822	0.7788	-0.7315	-0.7357	-0.2143	0.1813	0.6523	1.0000	0.3117	0.1226	0.3319	0.7563	0.1903	0.5039	-0.1043	0.5023	0.5334	0.7017	0.7756	0.5381	0.4540
DT	-0.5486	0.5704	-0.1016	0.2205	0.3338	0.3335	0.8012	-0.5496	0.2909	0.3117	1.0000	0.7560	0.9911	0.7446	-0.1886	0.4722	0.6718	0.7287	-0.3708	-0.0011	-0.1296	0.9625	0.9847
DC	-0.6156	0.7282	0.0576	0.4364	0.3210	0.3255	0.6420	-0.3984	-0.1514	0.1226	0.7560	1.0000	0.6620	0.4629	-0.0403	0.1997	0.7537	0.4367	-0.6359	-0.0890	-0.4345	0.6616	0.7746
DMg	-0.5028	0.5048	-0.1281	0.1636	0.3168	0.3156	0.7866	-0.5482	0.3639	0.3319	0.9911	0.6620	1.0000	0.7584	-0.2078	0.5000	0.6157	0.7455	-0.2950	0.0168	-0.0599	0.9674	0.9697
ALCT	-0.6870	0.0583	0.1386	0.4483	-0.1827	-0.1898	0.2884	-0.2119	0.7817	0.7563	0.7446	0.4629	0.7584	1.0000	0.0645	0.8563	0.1947	0.9176	0.2911	0.6456	0.4985	0.8639	0.8144
ALCP	0.4128	0.2364	-0.3438	0.3200	-0.0026	-0.0102	-0.0122	0.8900	0.2288	0.1903	-0.1886	-0.0403	-0.2078	0.0645	1.0000	0.1840	-0.6578	-0.1915	0.3441	0.5017	0.4036	-0.0473	-0.1041
DBO ₅	-0.5400	-0.2140	-0.1633	0.0899	-0.0357	-0.0476	0.1388	-0.0907	0.8958	0.5039	0.4722	0.1997	0.5000	0.8563	0.1840	1.0000	-0.1190	0.8931	0.5125	0.7887	0.5504	0.5767	0.5115
PT	-0.5842	0.5008	0.2193	0.0994	0.3030	0.3127	0.5547	-0.8344	-0.3785	-0.1043	0.6718	0.7537	0.6157	0.1947	-0.6578	-0.1190	1.0000	0.3125	-0.7942	-0.5314	-0.6645	0.4981	0.6205
NO	-0.7774	-0.0754	0.0238	0.1336	0.0004	-0.0065	0.3088	-0.4826	0.7339	0.5023	0.7287	0.4367	0.7455	0.9176	-0.1915	0.8931	0.3125	1.0000	0.2079	0.5255	0.3069	0.7699	0.7462
SO	0.0579	-0.7524	0.1244	0.0840	-0.6060	-0.6173	-0.6302	0.4935	0.7680	0.5334	-0.3708	-0.6359	-0.2950	0.2911	0.3441	0.5125	-0.7942	0.2079	1.0000	0.8164	0.9340	-0.1453	-0.2886
SS	-0.3286	-0.4239	0.1410	0.4047	-0.4997	-0.5113	-0.3650	0.4224	0.8321	0.7017	-0.0011	-0.0890	0.0168	0.6456	0.5017	0.7887	-0.5314	0.5255	0.8164	1.0000	0.8504	0.2118	0.1188
STD	-0.0364	-0.5379	0.2405	0.3598	-0.6806	-0.6910	-0.4766	0.4989	0.8226	0.7756	-0.1296	-0.4345	-0.0599	0.4985	0.4036	0.5504	-0.6645	0.3069	0.9340	0.8504	1.0000	0.1321	-0.0167
NH ₄	-0.5387	0.4728	-0.0105	0.3734	0.1324	0.1300	0.6768	-0.3781	0.4746	0.5381	0.9625	0.6616	0.9674	0.8639	-0.0473	0.5767	0.4981	0.7699	-0.1453	0.2118	0.1321	1.0000	0.9847
NH ₃	-0.5984	0.5506	0.0081	0.3781	0.1969	0.1963	0.7199	-0.4556	0.3460	0.4540	0.9847	0.7746	0.9697	0.8144	-0.1041	0.5115	0.6205	0.7462	-0.2886	0.1188	-0.0167	0.9847	1.0000

Anexo B. Reducción de variables, con base el análisis de componentes principales (PCA) y correlaciones

Tabla B.1. Análisis de ordenamiento PCA

Eigenvalue	5.4526	3.5353	1.8253	1.0665	0.1203	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Percent	45.4383	29.4609	15.2111	8.8874	1.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cum Percent	45.4383	74.8992	90.1103	98.9977	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Eigenvectors												
T agua	0.25908	-0.25905	-0.14497	0.56319	0.40901	-0.00463	-0.06429	-0.03537	-0.18200	-0.11831	-0.43637	-0.34254
TRANS	-0.14834	0.34581	-0.48504	0.13626	0.25801	0.00833	0.61786	0.35278	0.14508	0.07294	0.03495	0.06437
COND E	0.24898	-0.40332	0.14577	-0.20403	0.17607	0.12161	0.58012	-0.47345	0.05450	0.25892	-0.04533	0.18415
SAL	0.24852	-0.40581	0.13534	-0.20258	0.17889	-0.06016	-0.13574	0.66278	0.40235	0.24228	-0.00373	-0.01672
pH	0.38360	-0.21145	0.01258	0.16379	-0.29805	0.03303	0.24278	0.32138	-0.53382	-0.23244	0.42344	0.10342
OD	-0.24746	-0.04492	0.39529	0.58589	0.25232	0.20054	-0.04455	-0.04892	0.25224	0.02347	0.46510	0.22016
DT	0.40913	0.11443	-0.08543	0.14250	-0.22379	0.07838	-0.02622	-0.06096	0.46777	-0.47235	-0.25383	0.47427
ALC T	0.26568	0.39204	0.16696	0.13839	0.06169	0.01864	-0.16125	0.09886	-0.32315	0.56853	-0.24838	0.44656
DBO5	0.19900	0.32772	0.44244	-0.16227	0.39733	-0.58134	0.14287	-0.00879	-0.03415	-0.31865	0.08228	-0.07160
PT	0.28034	-0.02175	-0.54193	-0.12762	0.36879	-0.11580	-0.37770	-0.25193	0.00323	0.06137	0.47645	0.15697
NO	0.29312	0.34640	0.15202	-0.23695	0.20842	0.73222	-0.02730	0.03691	0.00418	-0.12027	0.09211	-0.33191
NH4	0.36965	0.21114	-0.00384	0.27068	-0.39929	-0.21490	0.08786	-0.16364	0.32856	0.36640	0.20564	-0.46999

Tabla B.2. Correlaciones de variables fisicoquímicas del ACP

	T agua	TRANS	COND E	SAL	pH	OD	DT	ALC T	DBO5	PT	NO	NH4
T agua	1.0000	-0.3034	0.5686	0.5740	0.8159	-0.0487	0.5704	0.0583	-0.2140	0.5008	-0.0754	0.4728
TRANS	-0.3034	1.0000	-0.8477	-0.8408	-0.5654	-0.1118	-0.1016	0.1386	-0.1633	0.2193	0.0238	-0.0105
COND E	0.5686	-0.8477	1.0000	0.9999	0.7837	-0.2889	0.3338	-0.1827	-0.0357	0.3030	0.0004	0.1324
SAL	0.5740	-0.8408	0.9999	1.0000	0.7845	-0.2944	0.3335	-0.1898	-0.0476	0.3127	-0.0065	0.1300
pH	0.8159	-0.5654	0.7837	0.7845	1.0000	-0.3816	0.8012	0.2884	0.1388	0.5547	0.3088	0.6768
OD	-0.0487	-0.1118	-0.2889	-0.2944	-0.3816	1.0000	-0.5496	-0.2119	-0.0907	-0.8344	-0.4826	-0.3781
DT	0.5704	-0.1016	0.3338	0.3335	0.8012	-0.5496	1.0000	0.7446	0.4722	0.6718	0.7287	0.9625
ALC T	0.0583	0.1386	-0.1827	-0.1898	0.2884	-0.2119	0.7446	1.0000	0.8563	0.1947	0.9176	0.8639
DBO5	-0.2140	-0.1633	-0.0357	-0.0476	0.1388	-0.0907	0.4722	0.8563	1.0000	-0.1190	0.8931	0.5767
PT	0.5008	0.2193	0.3030	0.3127	0.5547	-0.8344	0.6718	0.1947	-0.1190	1.0000	0.3125	0.4981
NO	-0.0754	0.0238	0.0004	-0.0065	0.3088	-0.4826	0.7287	0.9176	0.8931	0.3125	1.0000	0.7699
NH4	0.4728	-0.0105	0.1324	0.1300	0.6768	-0.3781	0.9625	0.8639	0.5767	0.4981	0.7699	1.0000

8. DISCUSIÓN GENERAL

Del total de muestras analizadas se identificaron 251 especies de las comunidades de microalgas perifíticas y planctónicas. La riqueza específica estuvo liderada por las especies Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae y Euglenophyceae.

La dinámica espacial y temporal del espejo de agua describe que el lago posee una composición taxonómica muy marcada en cada una de las tres secciones que la dividen.

Las especies de algas del fitoplancton y perifiton presentes en el vaso oeste, se desarrollan principalmente en ambientes con niveles de pH que rebasan los 8.5, en sistemas con elevada concentración electrolítica, turbidez, en cuerpos de agua poco profundos y altamente contaminados por material orgánico e hipertróficos. Sin embargo, a pesar de ser uno de los vasos con la más baja profundidad, la microflora sugiere que hubo una recuperación en los niveles lacustres en invierno y una variación en el estado trófico en el otoño, ya que se registraron especies que habitan nichos oligotróficos y eutróficos (Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a y 1991b; Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999; Komárek y Anagnostidis 2001, 2002; Israde et al., 2002; John *et al.*, 2002; Israde *et al.*, 2010; Novelo, 2012 a y b; Israde *et al.*, 2012 y Peixoto *et al.*, 2014).

La composición de microalgas en el vaso central indicó que el tipo de ambiente en esta sección del lago presentó baja profundidad, elevado contenido de salinidad, electrolitos y valores de pH de 9.3, sin embargo, en la concentración nutrimental indicaron oscilaciones en esta variable ya que se registraron especies de sistemas desde oligotróficos hasta hipertróficos en las tres épocas climáticas (Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a y 1991b; Ettl 1987; Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999; Komárek y Anagnostidis 2001, 2002; Israde et al., 2002; John *et al.*, 2002; Israde *et al.*, 2010; Novelo, 2012; Israde *et al.*, 2012 y Peixoto *et al.*, 2012).

Las microalgas que se desarrollaron en el vaso este sugiere que posee aguas más dulces que los vasos oeste y el central, niveles altos y constantes de profundidad, elevada contaminación de material orgánico, turbios y bien oxigenados. Con respecto a la carga nutrimental, se registraron especies de ambientes oligotróficos hasta los eutróficos

indicando posibles diluciones (Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a y 1991b; Krammer y Foot 1983; Ettl 1987; Israde, 1997; Israde y Garduño, 1999; Komárek y Anagnostidis 2001, 2002; Israde et al., 2002; John *et al.*, 2002; Israde *et al.*, 2010; Novelo, 2012; Israde *et al.*, 2012 y Peixoto *et al.*, 2012).

Del total de especies identificadas, *Spirulina principis* presento niveles elevados de concentración celular. Brow y Austin, 1973, mencionan que en ambientes eutróficos las cianobacterias siempre serán dominantes, principalmente en el plancton, sin embargo, por su elevada concentración celular también fue dominante en el perifiton. La elevada densidad de dicha especie indicó que tanto el litoral como la zona pelágica son altamente eutróficas, con bajos niveles lacustres.

La estructura de las comunidades de microalgas indican una alta diversidad en el perifiton, mientras que el fitoplancton fue el más dominante. De ambas comunidades, el fitoplancton presentó mayores niveles de equitatividad espacial y temporalmente.

Lo anterior refleja una interacción entre las dos comunidades por competencia de recurso, principalmente por luz y nutrientes.

Lars-Anders (1987), mencionan que la comunidad del fitoplancton tiende a ser dominante por incrementar su concentración celular, logrando atenuar la columna de agua, impidiendo que el perifiton logre tener acceso a la luz, haciendo que la diversidad del perifiton aumente, al bajar sus concentraciones celulares, dando como resultado una menor equitatividad en la estructura bentónica (Lars-Anders, 1987 y 1992; Vadeboncouber y Steinman, 2002; y Sanchez *et al.*, 2013).

Existen otros factores que influyen en la interacción entre ambas comunidades como lo son la baja profundidad del lago, la constante circulación de la columna de agua, la turbulencia que incrementa el oleaje provocando que especies del perifiton se desprendan de los sustratos, incrementando la densidad algal del fitoplancton, modificando su estructura, provocando esta relación entre ambas asociaciones bióticas (Roudusky *et al.*, 2001; y Vadeboncouber y Steinman, 2002).

En el análisis de similitud de Jaccard, se obtuvieron una serie de combinaciones que indican que la microflora planctónica de un determinado sitio es diferente de su perifiton. Dicho comportamiento es asociado a las condiciones fisicoquímicas que posee cada sitio, la diversidad y disponibilidad de sustratos y las afinidades ambientales de las especies compartidas entre comunidades y sitios.

Tanto el fitoplancton como el perifiton de los distintos sitios, compartieron especies en su mayoría cosmopolita, que se desarrollan estando adheridas a sustratos o flotando en la columna del agua, habitando nichos con aguas eutróficas, salinas, con elevados niveles de electrolitos, conductividad y material orgánico, bajos niveles de oxígeno y alcalinos (Ettl et al., 1983; Conforti 1986; Krammer y Lange-Bertalot. 1986, 1988, 1991a y b; Israde et al., 2010; Komárek y Anagnostidis, 2001 y 2005; Ortega 2002; y Segura 2011).

Mientras que la similitud entre sitios de especies que se encuentran adheridas, es debido a la cantidad y tipo de sustratos presentes en cada sitio, la mayoría de las especies en común fueron diatomeas y cianobacterias, esto se atribuye a que dichas especies fueron cosmopolitas, con tolerancia a cambios ambientales bruscos, aunado a esto, dichas especies poseen estructuras que les ayudan a la fijación a los diversos sustratos (Darley,1987).

Debido a las características propias de cada vaso, la microflora planctónica y perifítica es diferente en cada sección que compone el lago de Cuitzeo, por lo que la microflora compartida es cosmopolita las cuales son afines a condiciones entre moderados a altos niveles de alcalinidad, salinidad, pH, con aguas turbias, poco profundas, con limitación de luz y nutrientes y la disponibilidad de sustrato (Ettl et al., 1983; Conforti 1986; Krammer y Lange-Bertalot. 1986, 1988, 1991a y b; Israde et al., 2010; Komárek y Anagnostidis, 2001 y 2005; Ortega 2002; y Segura 2011).

La microflora planctónica y perifítica existente en el lago de cuitzeo presentó afinidad a temperatura del agua, transparencia, salinidad, pH, oxígeno disuelto, dureza total alcalinidad total, DBO5, fósforo total, nitritos y amonio.

Darley (1958), menciona que la temperatura es un factor importante que favorece a la actividad fotosintética de las algas.

Otro de los factores que favorecen su establecimiento es el nivel de transparencia en el agua, ya que en sistemas turbios es limitada la entrada de luz, limitando a que ciertas especies tengan acceso a este recurso, así mismo existe una elevada acumulación de sales disueltas, que elevan la alcalinidad, y por ende los bicarbonatos, las cuales incrementan a su vez la disponibilidad del fósforo, el cual es importante para el establecimiento de la microflora por ser un nutriente importante para su desarrollo (Wetzel, 1981; y Talavera *et al* 1998).

Además del fósforo, existen otros nutrimentos como el amonio y los nitratos importantes para los microorganismos autótrofos, el primero de ellos es requerido es el de más fácil asimilación, mientras que el último es utilizado en menores concentraciones por su difícil sintetización, ambos son requeridos para el crecimiento, funcionamiento y reproducción celular (Wetzel 1981; Darley 1987; y Hernández 2008).

La microflora presentó afinidad a aguas blandas por su contenido en calcio y magnesio, debido a que el último de los componentes es primordial por proveer a la comunidad fotosintética de elementos para la formación de la clorofila (Roldan y Ramirez 2008; y Gonzales 2014).

Otro elemento que contribuye a la diversificación de las especies autótrofas acuáticas es el pH, se dice que en intervalos de 6.5 y 9 ocurre la mayor diversificación de las especies, ya que entre este intervalo el fósforo se encuentra en solución libre y disponible para la bioasimilación (Talavera *et al* 1998; Roldan y Ramirez 2008; y Soto 2014).

De dicho análisis en el fitoplancton se registraron grupos compuestos por un gran número de especies principalmente cosmopolitas, con afinidad a amplios rangos de contaminación, en aguas con pH de neutro a alcalino, con bajo contenido de oxígeno, en ambientes con niveles intermedios a elevados de salinidad, tolerantes a aguas muy calidas, con altos niveles de turbiedad y con una columna de agua reducida (Prescott 1961; Komarek 1983; Conforti 1986; Ettl 1987; Krammer y Lange- Bertalot 1986, 1991 a y b; Hindak 1990; Comas 1996; Komarek y Anagnostidis 2001 y 2005; Ortega 2002; Israde *et al.*, 2010; Segura 2011; Peixoto *et al.* 2012; Komarek 2013; y Soto 2014).

Los nichos que habitan las asociaciones formadas en el perifiton no son muy diferentes de los formados en el fitoplancton, sin embargo, algunos de sus integrantes son afines a ambientes ácidos a neutros como algunas especies de *Closterium*, o al alto contenido de nitrógeno como *Nitzschia fonticola* (Krammer y Lange-Bertalot 1988; John 2002; y Segura 2011).

9. CONCLUSIONES GENERALES

- La riqueza de especies de la microflora del lago de Cuitzeo, indica la presencia de 248 especies. Con ocho especies persistentes desde el Holoceno y la identificación de 52 nuevos registros.
- La abundancia de las especies de la comunidad del perifiton, indicó que *Nitzschia frustulum*, *Navicula erifuga*, *Nitzschia palea*, *Spirulina princeps*, *Monoraphidium minutum* y *Snowella litoralis*. registraron mayor concentración celular, mientras que en las planctónicas fueron *Spirulina princeps*, *Snowella litoralis* y *Nitzschia frustulum*.
- La fluctuación espacial y temporal de la frecuencia de aparición de las especies se distribuyó principalmente en las categorías: presentes, escasas y raras.
- La diversidad alfa y la dominancia de las dos comunidades presentó una relación inversa espacial y temporalmente.
- El análisis de similitud entre la comunidad perifítica y la planctónica, indica que los sitios ubicados en el vaso centro y el vaso este son muy semejantes, mientras que los que están ubicados en el vaso oeste son disimiles al resto del lago. Es de destacar que el máximo valor del índice se presentó entre el perifiton de los sitios Capacho y Copándaro durante diciembre del 2014.
- La equitatividad de las comunidades microalgales fue variable en todos los sitios de muestreo y en toda la época de estudio. El máximo valor se presentó en la comunidad planctónica.
- La distribución de las especies de la comunidad de microalgas del fitoplancton y del perifiton fueron ordenadas por temperatura del agua, transparencia, salinidad, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, dureza total, alcalinidad total, demanda bioquímica de oxígeno, fósforo, nitratos y amonio.

- Se concluye que la hipótesis planteada en el presente trabajo es aceptada, ya que, durante todo el periodo de estudio, cuando existe un incremento en cada uno de los atributos de la comunidad del fitoplancton, la comunidad del perifiton responde de manera negativa.

10. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Alcocer J. y U.T. Hammer. 1998. Saline lake ecosystems of México. *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 1: 291-315.
- Alvarado DJJ, Zubieta RT, Ortega MMR, Chacón TA, Espinoza GR. 1984. Hipertroficación en un lago tropical somero (Lago de Cuitzeo, Michoacán, México). *Revista Biológica*, 1: 1-22.
- APHA – AWWA - WPCF. 1995. *Methods for the Examination of Water*. 19TH edition. American Public Health Association (APHA), American Methods Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF) USA.
- Audesirk T., G. Audesirk y B. E. Byers. 2003. *Biología: la vida en la tierra*. Pearson Educación. México. 889 pp.
- Braun-Blanquet, F.W. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades de Vegetales*. H. Blume Ediciones. Madrid, España. 820 pp.
- Bravo, M., G. Barrera, M. E. Mendoza, J.T. Sáenz, F. Bahena, R. Sánchez. 2012. *Contribuciones para el desarrollo sostenible de la cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán*. INIFAP-Campo Experimental Uruapan, Michoacán. UNAM-Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Morelia, Michoacán, México. 345 pp.
- Brown S. D. Brown y A. P. Austin. 1973. Diatom Succession interaction in litoral periphyton and plankton. *Hydrobiologia*. Vol 43, 3-4. 333-356 pp.
- Carlón A. T., M. E. Mendoza y E. López. 2010. Hidrología y regionalización. En S. Cram, L. Galicia e I Israde. (UNAM, UMSNH). *Atlas de lacuenca del lago de Cuitzeo: Análisis de su geografía y entorno socioambiental*. (70-73 pp.). México.
- Carlón Allende T. y M E. Mendoza. 2007. Análisis hidrológico de las estaciones de la cuenca del lago de Cuitzeo. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Issn 0188-4611. Num. 63. 56-76 pp.
- Ceballos CJGA, Ortega MMR, Medina NM, Martínez-Trujillo M, Rodríguez JLS González SS. 1994. Análisis Limnológico del lago de Cuitzeo Michoacán, México. *Revista Biológica*, 4: 45 p.
- Comas A. G. 1996. *Los Chlorococales dulceacuícolas de Cuba*. J. Cramer. Stuttgart Berlin. 100 pp.

- Comas, A. G. 1996. Los Chlorococales dulceacuícolas de Cuba. J. Cramer. Stuttgart Berlin. 100 pp.
- Conforti V. 1986. Euglenophyta. Strauss Offsetdruck. Hirschberg, Germany. 301 pp.
- Connell H. J. 1980. Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past. *Oikos* 35: 131-138 pp.
- Cram S., L. Galicia e I. Israde-Alcantara. 2010. Atlas del Lago de Cuitzeo: Análisis de su Geografía y Entorno Sicioambiental. UNAM, UMSNH. 314 pp.
- Darley W. M. 1987. Biología de las algas (Enfoque fisiológico). Editorial Limusa, S.A. de C.V. México. 236 pp.
- Dillard G. E. 1990. Freshwater algae of the Southeastern United States Part. 3. Chlorophyceae: Zygnematales: Zygnemataceae, Mesotaenaceae, and desmidiaceae (section 1). J. Cramer Germany. 172 pp.
- Donald R. R. 1977. Relationships between phytoplankton and periphyton communities in a central Iowa Stream. *Hydrobiologia*. 56 (2); 145-151 pp.
- Edwards R. W. y M.P. Brooker. 1982. The ecology of the Wye. Springer Science & Business Media. London. 176 pp.
- Ettl H. 1983. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 9: Chlorophyta I (Phytomonadina). VEB Gustav Fischer Verlag Jena. 807 pp.
- Ettl, Hanuš. 1978. Xanthophyceae 1. Teil. *Julk.*: Ettl H., Gerloff J., Heynigh H. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. 530 pp.
- García E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen para Adaptarlo a las Condiciones de la Republica Mexicana. 4ª. Ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 243 pp.
- Garduño M. V. H. e I. Israde. 2010. Geología. En S. Cram, L. Galicia e I Israde. (UNAM, UMSNH). Atlas de lacuenca del lago de Cuitzeo: Análisis de su geografía y entorno socioambiental. (28-33 pp.). México.
- Gomez J., G. Blancas, E. Constanzo, A. Cervantes. 2014. Análisis de calidad de aguas naturales y residuales con aplicación a la microescala. Universidad Nacioanl Autónoma de México, FES Zaragoza. 204 pp.

- Guiry M.D. y Guiry G.M. (2015). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; consultado el 18 de enero del 2015.
- Hanks J. 1998. Biological ToolBox (BIOTOOLS). Paquete estadístico, versión 0.01 Add-in for Excel 5.0.
- Hanks J. 1998. Biological ToolBox (BIOTOOLS). Paquete estadístico, versión 0.01 Add-in for Excel 5.0.
- Havens K. E., Therese L. East, Richard H. Meeker, William P. Davis and Alan D. Steinman. 1996. Phytoplankton and periphyton responses to *in situ* experimental nutrient enrichment in a shallow subtropical lake. *Journal of Plankton Research* Vol.18 no.4 pp.551-566 pp.
- Heckman C. W. 2013. Rice Field Ecology in Northeastern Thailand. Springer Science & Business Media. 227 pp.
- Hernández M. R. 2008. Fitoplancton del Lago Cráter “La alberca”, Tacámbaro de Codallos, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacan, México. 126 pp.
- Hindák F. 1990. Studies on the Chlorococcales algae (Chlorophyceae). V. - Treatise on biology (Bratislava) *Biol. Práce.Veda*, Bratislava, 36, 228 pp.
- Hoek, C. Van den., D.G. Mann y H. M. Jahns. 1995. ALGAE. An to introduction to phycology. Cambridge. University Press. Great Britain. 623 pp.
- Hurtado, A. A. 2015. Limitación nutrimental y sus efectos en la productividad acuática en el Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 92 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. 2006. Anuario Estadístico del Estado de Michoacán.
- Iserentant R., L. Ector, F. Straub y D.U. H. Becerril. 1999. Mé-thodes et techniques de préparation des échantillons de diatomées. *Cryptogamie Algology* 20: 143-148 pp.
- Israde A. I. 1997. Neogene diatoms of Cuitzeo lake, central sector of the trans-mexican volcanic belt and their relationship with the volcano-tectonic evolution. *INQUA/Elsevier Science Ltd. México*. Vol. 43/44; 137-143 pp.

- Israde A. I. 2002. Paleoambiente lacustre del cuaternario tardío en el centro del lago de Cuitzeo. *Hidrobiología*. México. 12(1); 61-78 pp.
- Israde A. I., R. Velázquez, M. S. Lozano, J. Bischoff, G. Dominguez y V. H. Garduño. 2010. Evolución Paleolimnológica del Lago Cuitzeo, Michoacán durante el Pleistoceno-Holoceno. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. México. 62 (3): 345-357 pp.
- Israde Alcántara I. 1997. Neogene diatoms of Cuitzeo lake, central sector of the trans-mexican volcanic belt and their relationship with the volcano-tectonic evolution. *INQUA/Elsevier Science Lid*. 137-143 pp.
- Israde Alcántara, I., Garduño-Monroy, V.H., 1999, Lacustrine record in a volcanic intra-arc setting: The evolution of the Late Neogene Cuitzeo Basin System (Central Western Mexico, Michoacán): *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 151, 209-227.
- Israde Alcántara, I., Miller, W.E., Garduño-Monroy, V.H., Barron, J., Rodriguez-Pascua, M.A., 2010, Palaeoenvironmental significance of diatom and Vertebrate fossils from Late Cenozoic Tectonic Basins in west-central México: A review: *Quaternary International*, 219, 79-94.
- Israde Alcántara, I., V. H. Garduño-Monroy y R. Ortega Murillo 1999, Paleoambiente lacustre del cuaternario tardío en el centro del lago de Cuitzeo. *Hidrobiología* 12(1): 61-78.
- Israde I. A. y V. H. Garduño. 1999. Lacustrine record in a volcanic intra-arc setting: the evolution of the late Neogene Cuitzeo basin system (central-western México, Michoacán). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, palaeoecology*. México. 15, 209-227 pp.
- Israde-Alcántara, I., Garduño-Monroy, V.H., Ortega-Murillo, R., 2002, Paleoambiente lacustre del Cuaternario tardío en el centro del lago de Cuitzeo: *Hidrobiologica*, 2, 61-78.
- John M. D., B. A. Whitton y A. J. Brook. 2002. The freshwater algae flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae. Cambridge University Press. 702 pp.

- King L., G. Klarke, H Bennion, M. Kelly y M. Yallop. 2005. Sampling littoral diatoms in lakes for ecological status assessments: a literatura review. Environment Agency. 31 pp.
- Komárek J. y K. Anagnostidis 2005. Cyanoprokaryota 2 Teil: Oscillatoriales. Elsevier. Italy. 759 pp.
- Komárek J. y K. Anagnostidis. 2001. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. Ed. Spektrum Akademisher Verlag. 548 pp.
- Komárek J. y K. Anagnostidis. 2002. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. Ed. Spektrum Akademisher Verlag. 759pp.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis. 2001. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. Ed. Spektrum Akademisher Verlag. 548 pp.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis. 2002. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. Ed. Spektrum Akademisher Verlag. 759pp.
- Komárek, J. & B. Fott. 1983. Das Phytoplankton des Süßwasser Systematik und Biologie. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. Von Huber-Pestalozzi. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u Obermiller) Stuttgart, Germany. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u Obermiller) Stuttgart, Germany.
- Krammer K. 2000. Diatoms of Europe. Ed. Lange-Bertalot. Vol I. The genus *Pinnularia*. H. Lange-Bertalot (Ed.). ARG Gantner Verlag K.G. 703 pp. y 217 Plates.
- Krammer K. 2002. Diatoms of Europe. Ed. Lange-Bertalot. Vol III. *Cymbella*. Gantner Verlag K.E. Germany. 584 pp.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.) Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/1:876 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart. 876 pp.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Ephitemiaceae, Surirellaceae. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.) Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/2: 596 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae. Teil 3: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer

- (eds.) Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/3: 576 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart.
- Krammer K. y H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae. Teil 4: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Gesamtliteraturverzeichnis Teil ¼. In H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning y D. Mollenhauer (eds.) Die Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/4:438 pp. Gustav. Fischer Verlag: Stuttgart.
- Krebs J. C. 1985. Ecología Estudio de la Distribución y la Abundancia. Instituto Ecológico de Recursos Ambientales. Universidad de Colombia Británica. Harla, México, 2ª Edición, 145 pp.
- Lars A. H. 1988. Factors of competitive interactions on the biomass development of planktonic and periphytic algae in lakes. American Society of Limnology and Oceanography. 33(1); 121-128 pp.
- Lars A. H. 1992. Factors regulating periphytic algal biomass. American Society of Limnology and Oceanography. 37(2); 322-3228 pp.
- Lee R. E. 2008. Phycology. 4ª ed. Cambridge University Press. United States of America. 534 pp.
- Licea D. S. 1974. Sistemática y distribución de las diatomeas de la laguna de Agiabampo Son/Sin. México. An. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM, 1(1): 99-156 pp.
- Magurran A. E. 1988 Ecological diversity and its measurement. En Moreno C. E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega. S. A. Barcelona, España. 1010 pp.
- Mendoza E. M. y G. Bocco. 2010. Geomorfología. En S. Cram, L. Galicia e I Israde. (UNAM, UMSNH). Atlas de lacuena del lago de Cuitzeo: Análisis de su geografía y entorno socioambiental. (48-53 pp.). México.
- Moreno C. E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.
- Moreno C. E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.

- Morgan S. M. 1920. Phytoplankton of the inland Lakes of Wisconsin; Part I; Myxophyceae, Phaeophytaceae, Heterokontaeae, and Chlorophyceae exclusive of the Desmidiaceae. Wisconsin Geological and Natural History Survey. Germany. 221 pp.
- Moss B. (1981) The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters. II. Inter-relationships between water chemistry, phytoplankton populations and periphyton populations in a shallow lake and associated experimental reservoirs ('Lund tubes'), British Phycological Journal, 16:1; 59-76
- Nicovita. 1998. Boletín sobre la influencia del pH sobre los organismos acuáticos. 2^a edición. Lima, Perú. Tumpis.
- Novelo E. 2012a. Chlorophyta Pascher. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 86 pp.
- Novelo E. 2012b. Bacillariophyta Hustedt. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 230 pp.
- Ortega M. 1985. Contribución al conocimiento del fitoplancton del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de biología, UMSNH. México. 108 pp.
- Ortega M. 2002. Evolución del lago de Cuitzeo en los últimos Ca. 18,000 años A.P. con base en el análisis de las diatomeas del presente y del pasado. Tesis de Maestría. Facultad de Biología, UMSNH. México. 101 pp.
- Ortega M. M. del R., Alvarado Villanueva, R. Hernández-Morales, Israde Alcántara I, Sánchez Heredia J.D., Arredondo Ojeda M. y Martínez Sánchez I., 2009. El perifiton de un lago hiposalino hipereutrófico en Michoacán, México. *Biológicas*, no. 11; 56-63 pp.
- Ortega M. M. R., R. Alvarado, J.D. Sánchez, R. Hernández, M. Arredondo e I. Martínez. 2011. Abundancia y distribución del fitoplancton en un lago hiposalino, Michoacán México. *Biológicas*. México. 13(2); 15-20 pp.
- Ortega M. M.R., R. Alvarado, R. Hernández, J. D. Sánchez. 2010. Evolución trófica de un lago tropical hiposalino en México con base al fitoplancton. *Biológicas*. México. 12(2); 75-81 pp.

- Ortega-Murillo M. R. 1985. Contribución al conocimiento del fitoplancton del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 108 pp.
- Patrick R. y W. C. Reimer. 1966. The diatoms of the United States exclusive of Alaska Hawaii. Monograph of the Academy of natural Sci. of Philadelphia. I (13); XI 688 pp.
- Patrick R. y W. C. Reimer. 1975. The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Monograph of the Academy of natural Sci. of Philadelphia. II (13); XI 213 pp.
- Peixoto R. G. J., C. E. Mattos Bicudo, A. Góes Neto y C. W. Nascimento Moura. 2012. *Monoraphidium* and *Ankistrodesmus* (Chlorophyceae, Chlorophyta) from Pantanal dos Marimbus, Chapada Diamantina, Bahia State, Brazil. *Hoehnea* 39(3): 421-434 pp.
- Prescott R. y Vinyard C. W. 1982. A sinopsis of north American desmids. University of Nebraska Press. United States of American. 685 pp.
- Rodríguez P. L. 2008. Estructura y producción primaria del fitoplancton y perifiton en un humedal del bajo Paraná. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Buenos Aires. 244 pp.
- Rodusky A.J., A. D. Steinman, T. L. East, B. Sharfstein y R. H. Meeker. 2001. Periphyton nutrient limitation and other potential growth-controlling factors in Lake Okeechobee, U. S. A. *Hydrobiologia* 448: 27-39 pp.
- Rojas Moreno J. y A. Novelo Rentana. 1995. Flora y vegetación acuáticas del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*. 31: 1-17 pp.
- Rott E. 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibrations Schweiz Z. Hydrol., 43; 34-62 pp.
- Round F. E., R. Crawford M. y D. Mann G. 2000. The Diatoms biology y Morphology of the Genera. Cambridge University Press. Great Britain. 747 pp.
- Round F. E., R.M. Crawford y D.G. Mann. 1990. The Diatoms Biology y Morphology of the
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D.F. 432 pp.

- Saikia K. S. 2011. Review on periphyton as mediator of nutrient transfer in aquatic ecosystems. *Ecological Balkanica*. Vol. 3, Issue 2. 65-78 pp.
- Sánchez E. J. F. y J. M. Ayala. 2010. Suelos. En S. Cram, L. Galicia e I. Israde. (UNAM, UMSNH). Atlas de la cuenca del lago de Cuitzeo: Análisis de su geografía y entorno socioambiental. (44-47 pp.). México.
- Sanchez M. L., G. L. Perez, I. Izaguirre y H. Pizarro. 2013. Influence of underwater light climate on periphyton and phytoplankton communities in shallow lakes from the Pampa plain (Argentina) with contrasting steady states. *J. Limnol.*; 62-78; (1); 62-78 pp.
- Schnek A. y A. Massarini. 2008. *Curtis Biología*. Ed. Panamericana. Argentina. 1812 pp.
- Schwoerbel J. 1975. *Methoden der Hydrobiologie*. H. Blume Ediciones. España. 261 pp.
- Segura G. M. V. 2011. Taxonomía y Ecología de las diatomeas epilíticas de la Cuenca del Alto Lerma, México. Tesis Doctoral. Posgrado en Ciencias del Mar y limnología. UNAM. México. 149 pp.
- Soto G. E., J. Paulo Maya, E. Lopez Lopez y J. A. Serna Hernández. 1999. Change in Fish Fauna as Indication of Aquatic Ecosystem Condition in Río Grande de Morelia–Lago de Cuitzeo Basin, Mexico. *Environmental Management* vol 24, No 1, 133-140 pp.
- Soto P. B. E. 2014. Fitoplancton del vaso sur de la presa Adolfo López Mateos “Infiernillo” Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacan, México. 145 pp.
- Squeo F. P., J. Cepeda, N. Olivares y M. T. K. Arrollo. 2006. Interacciones ecológicas en la alta montaña del Valle del Elqui. Universidad de La Sirena. La Serena. Chile. 69-103 pp.
- Tavera R. L., E. Novelo y A. Comas. 2000. Chlorococcalean algae (s. l.) from the Ecological Park of Xochimilco, México. *Algological Studies* 100: 65-94 pp.
- Utermöhl H. 1958. Limnologische Phytoplanktonstudien. Die Besiedlung osthoisteinischer Seen mit Schwembepflanzen. *Arch Hydrobiologia*: 5; 527 pp.
- Vadeboncoeur Y. y A. D. Steinman. 2002. Periphyton Function in Lake Ecosystems. *The Scientific World Journal*. 2; 1449–1468 pp.

- Vadeboncoeur Y., E. Jeppesen, M. J. Vander, H. H. Schierup, K. Christoffersen, D. M. Lodge. 2003. From Greenland to Green lakes: Cultural eutrophication and the loss of benthic pathways in lakes. *Limnology and Oceanography*. 48 (4); 1408-1418 pp.
- Vidal R. 2010. Clima. En S. Cram, L. Galicia e I. Israde. (UNAM, UMSNH). Atlas de la cuenca del lago de Cuitzeo: Análisis de su geografía y entorno socioambiental. (24-27 pp.). México.
- Wehr J. D., R. G. Sheath y J. P. Kociolek. 2015. *Freshwater Algae of North America, Ecology and Classification*. Elsevier. 2^a ed. London. 1066 pp.
- Wetzel, R. G. 1981. *Limnología*. Ed. Omega S. A. Barcelona, España. 679 pp.
- Whitford A. L. y J. G. Schumacher. 1973. *A Manual of Fresh-Water algae*. Published by Sparks Press Raleigh N. C. 324 pp.
- Zebek E. 2013. Differentiation of periphyton and phytoplankton assemblages in anthropogenically transformed conditions of the littoral zone in a shallow urban lake (Lake Jeziorak Mały, Poland). *Hungria. Applied ecology and environmental research* 11(3): 323-342pp.
- Zebek E. 2013. Differentiation of periphyton and phytoplankton assemblages in anthropogenically transformed conditions of the littoral zone in a shallow urban lake (Lake Jeziorak Mały, Poland). *Hungria. Applied ecology and environmental research* 11(3): 323-342pp.
- Zebek E. 2014. Succession of periphyton and phytoplankton assemblages in years with varying amounts of precipitation in a shallow urban lake (lake jeziorak mały, poland). *Ekológia (Bratislava)*. Vol. 33, No. 3, p. 259–273
- Zhang X., X. Mei, Z. Liu y R. D. Gulati. 2014. Effects of N and P enrichment on competition between phytoplankton and benthic algae in shallow lakes: a mesocosm study. *Environmental Science and Pollution Research*. DOI10.1007/s11356-014-3680-3.