



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Estudio florístico y ecológico anual de la Cantera
Oriente de la Reserva Ecológica del Pedregal de
San Ángel (REPSA).**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
(BIÓLOGO)**

P R E S E N T A

Angel Daniel Ceballos Ramírez



DIRECTORA DE TESIS

Dra. Ma. Edith Ponce Márquez

Elvira Wolkstein EFOZ

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Datos del jurado

1. Datos del alumno
Ceballos
Ramírez
Angel Daniel
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
30711075-6
2. Datos del tutor
Dra.
María Edith
Ponce
Márquez
3. Datos del sinodal 1
Dr.
Eberto
Novelo
Maldonado
4. Datos del sinodal 2
Dra.
Mónica
Ramírez
Vázquez
5. Datos del sinodal 3
M. en C.
Gloria
Garduño
Solórzano
6. Datos del sinodal 4
M. en C.
Mariana Guadalupe
Cartajena
Alcántara
7. Datos del trabajo escrito
Estudio florístico ficológico anual de la Cantera Oriente de la Reserva Ecológica del
Pedregal de San Ángel (REPSA)
93 p
2016

Agradecimientos Institucionales

A la Universidad Nacional Autónoma de México por aceptarme dentro de sus filas y permitirme realizarme como universitario dentro de la mejor universidad del país.

A la Facultad de Ciencias, por formarme profesionalmente en todo el tiempo que disfruté como estudiante.

A la Dra. María Edith Ponce Márquez, a la M. en C. Rocío Ramírez Rodríguez y al Dr. Eberto Novelo Maldonado por la realización del muestreo inicial en la Cantera Oriente, y el montaje de las preparaciones semi-permanentes, a sus alumnos de las materias de Biología de Protistas y Algas y Ficología, por la ayuda brindada.

A la M. en C. Rocío Ramírez Rodríguez por toda su enorme ayuda en la identificación de muchas de las especies presentes en este trabajo.

Al Dr. Jorge Ciros Pérez y a la Dra. Elizabeth Ortega Mayagoitia por permitirme revisar material en su laboratorio y ocupar su equipo para la revisión de mi material.

A la M. en C. Gloria Garduño Solórzano por su valiosa colaboración en la identificación de las especies de este trabajo.

A mis Sinodales, el Dr. Eberto Novelo Maldonado, la Dra. Mónica Ramírez Vazquez, la M. en C. Gloria Garduño Solórzano y la M. en C. Mariana Cartajena, por su invaluable contribución a mejorar la calidad de este escrito.

Al proyecto PAPIME-PE206716, por la ayuda económica otorgada con la beca para titulación de estudiantes que ayudo en la culminación de este trabajo.

Agradecimientos Personales

A la Dra. Edith Ponce y a la M. en C. Rocío Ramírez, por enseñarme el mundo de la ficología, las algas y las maravillas microscópicas que viven flotando en el agua, brindando a mi vida una gran parte de mi identidad como biólogo.

A todos mis profesores a lo largo de mi carrera, por aportar sus conocimientos a mi formación profesional, especialmente a la M. en C. María de Jesús Vazquez Cuevas, por enseñarme los valores que un científico debe ejercer a lo largo de su vida.

A mis padres, por cultivar en mí los valores que hoy en día hacen de mí el hombre que soy, y también a mi hermano por no arrugarse cuando las cosas se pusieron difíciles y por seguir siendo fuertes hoy en día.

A mis suegros, Norma Zamora y Joel López, por creer en mí desde el principio, apoyarme y permitirme formar parte de su familia.

A mis amigos cercanos: Aron, Adolfo, Edgar, Jaime y Ross por recordarme lo difícil que es titularse y por seguir haciéndolo, aún después de todo esto.

Y finalmente, a mi novia Paulina López, por todo el tiempo que hemos dedicado a cultivar nuestra relación, por su incesante apoyo, sus palabras de aliento, amor incondicional y su fé en mí, verás que este sólo es el inicio de cosas maravillosas.

Dedicatoria

La verdad, no soy de aquella clase de personas que dedican todo su trabajo y desglosan lo importante que cada una de las personas en su vida es, pero lo que sí haré es reconocer a todos aquellos que de una u otra manera, me ayudaron a llegar a donde estoy ahora: titulado.

Para mí fue muy importante la oportunidad de la UNAM por dejarme entrar a formarme como profesionista en ella, y a través de todos sus maestros, aulas e instalaciones,irme formando hasta lo que soy ahora. Espero algún día formar gente como la que a mí me formó.

Desde pequeño, una mujer sembró en mí muchos valores, los cuidó y se aseguró de que no me fuera por mal camino. Incluso, aún después de que nuestros caminos se separaron, sé que ella aún vela por mí y se preocupa, y yo también lo hago. Se llama Josefina Ramírez, y ella es mi madre, a la cual pase lo que pase, siempre amaré.

Al mismo tiempo, un hombre procuró para mi familia el sustento a base de sudor y arduo trabajo, me enseñó la importancia del trabajo honrado y que la perseverancia, aún en tiempos de crisis y desesperanza, sacan adelante al más perdido. Él es Juan Angel Ceballos Gallo, mi padre, y un ejemplo de resiliencia y un verdadero modelo en la vida.

A mi lado, creció un joven de piel morena, contrastando a la mía, mi eterno rival y compañero en armas, en las buenas y en las malas. Mi editor de imágenes, enciclopedia de Pokémon, Fire Emblem y cualquier tema del que yo no sepa. No sé a dónde te dirijas, hermano mío, pero no estarás solo. Iván Alejandro, jamás lo olvides.

Cursaba el segundo semestre de biología cuando, por mera probabilidad estadística, me asignaron el grupo de Biología de Protistas y Algas bajo la tutela de la entonces M. en C. María Edith Ponce Márquez y la M. en C. Rocío Ramírez Rodríguez. Ellas dos me enseñaron el maravilloso mundo del fitoplancton, me enseñaron a diferenciar un alga de la basura, y lo importante que son los pequeños organismos fotosintéticos que viven flotando en el agua. Muchas gracias por formarme, espero algún día enseñarle a la gente todo lo que ustedes dos me mostraron.

En la vida, muchos amigos me encontré, cada uno enseñándome algo diferente. Aron, que los hermanos pueden trascender la sangre. Adolfo, que la distancia no es nada si la amistad es verdadera. Edgar, que las amistades, como el buen vino, con el tiempo se vuelven mejores. Jaime, que a la vida se le sonríe sin importar cuan fea sea. Y Ross, que la fé y la ciencia no están peleadas, en cambio son compatibles.

Finalmente, cuando creía todo perdido, en mi camino apareció ella, como faro en la oscuridad, guiándome a puerto seguro en sus brazos. Soportando mis malos hábitos, inseguridades y defectos. Mi compañera, mi alma gemela, el amor de mi vida. Nada de esto sería posible sin ti y tu familia, Paulina López. Las palabras no alcanzan para describir lo que siento por ti, lo que significa todo lo que juntos hemos alcanzado y lo que aún nos falta. Te amo, y eres mi patito bonito. Todo esto es el inicio de cosas maravillosas, ya verás.

“La Ciencia es un horizonte que se busca, no un premio que se sostiene”

Neil Degrasse Tyson, 2015

INDICE

Resumen.....	A
Abstract.....	B
Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Justificación.....	6
Objetivos.....	7
Área de Estudio.....	8
Material y Método.....	10
Resultados.....	12
Discusión.....	56
Conclusiones.....	60
Bibliografía citada.....	62
Anexo.....	I

RESUMEN

La Cantera Oriente es una de las 13 zonas de amortiguamiento de la Reserva Ecológica del Predeal de San Ángel (REPSA), conocida como A3 "Cantera Oriente", se localiza a 19° 17' latitud Norte, 99° 11' longitud Oriente, a un costado de la estación del Metro Universidad y cuenta con una superficie total de 4.836 m². Se caracteriza por presentar ricos ambientes lacustres y un pequeño río, cuyo afluente esta enriquecido con el agua del manto freático y el agua de lluvia. Estos sitios han favorecido el desarrollo de diversas comunidades algales. El conocimiento de las algas continentales en nuestro país es escaso por lo consiguiente es necesario realizar estudios para conocer más acerca de la ficoflora de cuerpos acuáticos en la zona metropolitana. El principal objetivo del presente estudio fué caracterizar las algas que se presentaron durante el periodo 2006-2007 y elaborar un listado florístico como base referencial para futuros trabajos en la zona. Se revisaron un total de 268 muestras colectadas en 9 zonas, 4 pertenecientes al ambiente lótico (río) y 5 al ambientes lénticos (lagos). La riqueza presente en la Cantera Oriente consistió de 96 especies, de las cuales, 15 pertenecen a la División Cyanophyta, 22 a la División Chlorophyta, 2 de la División Euglenophyta, 55 de la Clase Bacillariophyceae, 1 de la Clase Chrysophyceae y 1 de la Clase Xanthophyceae, de la división Heterokontophyta.

ABSTRACT

The Cantera Oriente is one of REPSA's (Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel) 13 buffering zones, known as A3 "Cantera Oriente". It is located at 19° 17' N, 99° 11' O, next to the University subway station and has a total of 4.836 m². It's characterized by having various freshwater environments, including a small creek that's born from both rain and an aquifer that seeps from the basalt walls to the west. This has favoured the development of various algal communities. The knowledge of continental algae in our country is poor, so it's necessary to perform studies to know more about the algal flora of urban freshwater bodies. The main objective of this work was to characterize the algae present from 2006 to 2007 y elaborate a checklist that serves as reference for future studies in the vicinity. A total of 268 samples were revised, collected in 9 zones, 4 from lotic environments and 5 from lentic environments. The richness present in the Cantera Oriente were 96 species, from which, 15 belong to the Division Cyanophyta, 22 to Chlorophyta, 2 to Euglenophyta, 55 to Class Bacillariophyceae, 1 to Class Chrysophyceae and 1 to Class Xanthophyceae, from Division Heterokontophyta.

INTRODUCCIÓN

Al sur de la ciudad de México, se ha preservado un ecosistema natural conocido como la “Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, (REPSA)”, donde la diversidad tanto vegetal como animal es notable, es parte del patrimonio de la Universidad Nacional Autónoma de México. La Reserva del Pedregal de San Ángel, ha sido considerada un lugar de suma importancia biológica por poseer elementos únicos de la flora y fauna mexicanas, forma parte del derrame lávico de la última erupción del volcán Xitle, cuya fase eruptiva se desprende de la sierra de Chichinautzin que data aproximadamente de unos 2000 años (Ortiz *et al.*, 2007).

La Cantera Oriente es una de las 13 zonas de amortiguamiento de la Reserva Ecológica, conocida como la Zona de Amortiguamiento A3 “Cantera Oriente” (Lot, 2007), se localiza a 19° 17' longitud Norte, 99° 11' longitud Oriente, a un costado de la estación del Metro Universidad y cuenta con una superficie total de 4.836 m². Se caracteriza por presentar ricos ambientes lacustres y un pequeño arroyo, cuyo afluente esta enriquecido con el agua del manto freático, el agua de lluvia y uno de sus cuerpos de agua es alimentado por el desagüe de las regaderas del Club Universidad. Estos sitios acuáticos han favorecido el desarrollo de diversas comunidades algales.

Las algas son un componente de suma importancia dentro de la biota acuática, desempeñan un papel preponderante en la regulación del paso de energía y nutrientes, son responsables de la producción de oxígeno y la síntesis de macromolécula vía fotosintética (Lunning, 1990), son la base de la cadena trófica, han sido la base del desarrollo de la vida oxigénica en la tierra, su papel en el planeta sigue siendo importante y debe ser enfatizado como uno de los primeros argumentos para la conservación, estudio y manejo adecuado de diversos cuerpos de agua. Las algas bentónicas macroscópicas y microscópicas que se encuentran sumergidas y creciendo sobre un sustrato, así como las algas planctónicas que viven dentro de la columna de agua en cuerpos de agua dulce, son los responsables de proporcionar y generar las principales fuentes de energía primaria de muchos ecosistemas acuáticos de agua dulce, ríos, lagos entre otros (Whitton *et al.*, 1991; Rodríguez, 2014).

Las condiciones de los cuerpos de agua continentales (agua dulce), son muy variables en calidad y cantidad y la expresión de las algas en ellos va de acuerdo con dichas condiciones. La forma y dinámica de su crecimiento, la asimilación de los recursos disponibles, las respuestas fisiológicas o morfológicas a presiones ambientales, el desarrollo de los ciclos de vida, son algunos de los aspectos que se necesitan conocer para entender la complejidad de una comunidad algal (Novelo, 1998). Dicha complejidad de las algas, así como la presencia o ausencia de ciertas especies algales, resultan de suma importancia para conocer el estado ambiental en que se encuentra un cuerpo de agua, siendo las algas utilizadas en muchos casos, como indicadoras de contaminación en el agua (Lee, 2008).

El conocimiento de las algas continúa en la fase descriptiva, el sistema taxonómico ha sido inestable y ha cambiado constantemente en los últimos 63 años, esto ha traído como consecuencia grandes huecos sobre todo en el conocimiento biogeográfico y ecológico, sin embargo es necesario impulsar los estudios básicos de las algas en el ámbito científico, describiendo la flora algal de diversos cuerpos de agua y en particular la ficoflora de cuerpos acuáticos urbanos (Novelo *et al.*, 2007).

La importancia de realizar inventarios y listados como una forma de registro para definir la flora ficológica, radica en que estos pueden describir las relaciones que existen entre el conjunto de especies presentes en un área y tiempo determinado y el ambiente y con ello, resolver preguntas de índole taxonómico, ecológico o biogeográfico (González-González, 1987; Rodríguez, 2014).

Los listados florísticos de algas se basan principalmente en la taxonomía de las Divisiones, en caracteres morfológicos de talos maduros y de estructuras de reproducción, que son visibles o de fácil acceso con las técnicas de microscopía óptica y material preservado. En la elaboración de listados ficológicos, la delimitación y descripción de la región, se siguen diferentes criterios más o menos naturales en relación con las algas que se pretendan inventariar, como es, el arreglo de las unidades en las

regiones, el tipo de ambiente donde proliferan las algas y sobre las condiciones físico-químicas en las que viven (altitud, clima, pendiente, tipo de sustrato, temperatura, pH, fosfatos, nitratos, etc.) lo que nos permite hacer comparaciones con otras regiones y las clasificaciones según formas de vida, tipo de vegetación, hábitat, entre otros (Novelo, 1998).

Los cuerpos de agua dulce se clasifican en Lóticos y Lénticos, los ambientes lóticos (cascadas, ríos, arroyos y manantiales) se caracterizan por ser un canal con flujo de agua unidireccional y con una gran heterogeneidad espacial y temporal como respuesta a un extenso conjunto de factores y procesos geológicos, topográficos, climáticos y bióticos (Elosegui y Sabater, 2009, Rodríguez, 2014), son considerados sistemas abiertos, sin estratificación termal. Los ambientes lénticos (lagos, lagunas, presas, todo depósito superficial) se caracterizan por ser cuerpos de agua cerrados, con movimiento de agua por acción del viento, algunos lagos pueden presentar estratificación termal, pueden ser permanentes o temporales, puede presentar heterogeneidad espacial y temporal, dependiendo de su origen.

La Cantera Oriente, presenta ambos tipos de ambientes acuáticos, dos manantiales de que alimentan un pequeño río (ambiente lótico), que corre sobre la pared oriente de la cantera, mismo que desemboca a uno de los 5 lagos (ambiente léntico), el Lago Club, que a su vez conecta con, el Lago Bomba de menor dimensión, a un costado de ambos se encuentra el Lago Patos, y junto a este se encuentran, el Lago Principal el de mayor tamaño y el Lago anexo al Principal, estos últimos se encuentran comunicados. Todos los lagos se ubican en el extremo occidente de la cantera y fueron nombrados así para diferenciarlos entre sí.

El presente trabajo se basa en la revisión de un total de 268 muestras colectadas de forma mensual, como continuación del primer trabajo realizado en la Cantera Oriente titulado “Guía Ilustrada de la Cantera Oriente: Caracterización Ambiental e Inventario Biológico” capítulo de Algas (Novelo, *et al.*, 2007), cuya revisión constó de los primeros 3 meses, Agosto-October de 2006, sin embargo, el trabajo de campo continuó de

Noviembre de 2006 a Agosto de 2007. Esperando contribuir a incrementar el conocimiento de la ficoflora presente en la zona metropolitana y servir como línea base para investigaciones posterior en la zona y como referencia en listados de algas del valle de México.

Asimismo, cabe mencionar que, conocer la biodiversidad de algas presente en los sistemas acuáticos de la Ciudad de México servirá para tener un mayor entendimiento del estado actual de los cuerpos de agua en cuanto a su diversidad y salud (contaminación).

ANTECEDENTES

Los estudios de algas de agua dulce en el Valle de México, se remontan al siglo XIX. El trabajo realizado por Peñafiel (1884), proporciona información de algas presentes en aguas potables de la capital de México. Existen los estudios realizados en el lago de Chapultepec y Xochimilco, a pesar de que el Valle de México presentaba en ese entonces una gran cantidad de manantiales, arroyos y ríos permanentes, actualmente desaparecidos en la mayoría de los casos. Muchos de estos estudios son listados extensos en múltiples cuerpos de agua del Valle de México o bien restringidos a un solo tipo de organismos, como Salas (1963) que centra su estudio la división Euglenophyta.

Se han realizado numerosos estudios en cuerpos de agua de la Ciudad de México y alrededores (Tabla 1) como Sámano-Bishop y Sokoloff (1931); Flores (1980); Reynoso (1986); González (1991); Tavera *et al.* (2000); Figueroa *et al.* (2008); Orozco (2011); López-Mendoza (2014) y Serrano (2014). Recientemente los trabajos de tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Ciencias, han aportado valiosa información sobre los nuevos registros para el país. Por mencionar algunos, Margain (1981); Meave del Castillo (1983, 1986 y 1997); Ávila (1985 y 1989); Novelo (1985 y 1998); Cantoral-Uriza (1990, 1993 y 1997); Carmona (1990, 1993 y 1997); Ibarra (1992); Valadez-Cruz (1992); Cuesta (1993); García (1997), Montejano (1998) y Ramírez-Vázquez (1992). De los trabajos florísticos publicados de los últimos años se encuentra el de Cantoral- Uriza y Montejano (1993) para la cuenca del Pánuco; Tavera *et al.* (1994) para Oaxaca, Tavera

et al. (2000) para Xochimilco; Novelo *et al.* (2005); Ramirez-Vázquez *et al.* (2001) y Ramirez-Vázquez y Cantoral-Uriza (2003) para la cuenca del Valle de México. Muchos de estos trabajos son listados extensos en múltiples cuerpos de agua del Valle de México.

Los estudios sobre algas realizados para la Cantera Oriente son escasos, se cuenta hasta el momento con dos publicaciones: Novelo *et al.*, (2007 y 2009). El primero fue una colaboración realizada para el libro titulado “Guía ilustrada de la Cantera Oriente: Caracterización Ambiental e inventario Biológico”, capítulo “Algas”. En dicho estudio se encontraron un total de 118 especies, correspondientes a 22 Cyanophyta, 37 Chlorophyta, 5 Euglenophyta, 52 Bacillariophyceae y 1 Xanthophyceae. En el segundo estudio se encontraron nuevos registros para la zona.

Tabla 1. Listado resumido de estudios realizados en cuerpos de agua en el Centro del País en orden cronológico.

Autor	Localidad	Año	Enfoque
Peñafilel	Valle de México	1884	Listado Florístico
Sámano-Bishop	Lago de Xochimilco	1933	Listado Florístico
Sámano-Bishop	Valle de México	1934	Listado Florístico
Sámano-Bishop	Lago de Chapultepec	1935	Listado Florístico
Sámano-Bishop y Sokoloff	Valle de México	1940	Listado Florístico y Faunístico
Salas	Valle de México	1963	Listado Florístico (Euglenophyta)
Margain	Cuenca del Río Pánuco	1981	Listado Florístico
Meave del Castillo	Huasteca Potosina	1983	Listado Florístico
Ortega	Todo México	1984	Listado Florístico
Novelo	Valle de Tehuacán	1985	Listado Florístico (Suelo)
Meave del Castillo	Distrito Federal	1986	Análisis específico
Ávila	Valle de Tehuacán	1989	Listado Florístico (Suelo)
Cantoral-Uriza	El salto, Huasteca Potosina	1990	Listado Florístico
Carmona	Huasteca Potosina	1990	Listado Florístico (Manantiales)
Ibarra	Texcala, Tehuacán	1992	Listado Florístico (Bacillariophyceae)
Valadez-Cruz	Río Amacuzac	1992	Listado Florístico
Cantoral-Uriza	El salto, Huasteca Potosina	1993	Ecología de Comunidades
Carmona	Río Pánuco	1993	Taxonomía (Rhodophyta)
Cuesta	San Lorenzo, Tehuacán	1993	Listado Florístico
Cantoral-Uriza y Montejano	El salto, Huasteca Potosina	1993	Listado Florístico

Tavera <i>et al.</i>	Cuenca del Río Papaloapan	1994	Listado Florístico (Bacillariophyceae)
Meave del Castillo	Huasteca Potosina	1997	Listado Florístico (Cladophorales: Chlorophyta)
Cantoral-Uriza	Huasteca Potosina	1997	Listado Florístico (Bacillariophyceae)
Carmona	Centro de México	1997	Análisis Taxonómico-Ecológico Biogeográfico de Rhodophyta
García	Guanajuato	1997	Listado Florístico (Bacillariophyceae)
Montejano	Centro de México	1998	Listado Florístico (Cyanophyta)
Tavera <i>et al.</i>	Lago de Xochimilco	2000	Listado Florístico (Cyanophyta)
Ramírez-Vázquez <i>et al.</i>	Río la Magdalena	2001	Listado Florístico
Ramírez-Vázquez	Occidente, Valle de México	2002	Listado Florístico
Ramírez-Vázquez y Cantoral-Uriza	Occidente, Valle de México	2003	Listado Florístico
Novelo <i>et al.</i>	Laguna de Tecocomulco	2005	Listado Florístico

JUSTIFICACIÓN

La Cantera Oriente se considera un sitio con cuerpos de agua en condiciones acuáticas poco frecuentes: la cualidad de poseer manantiales, aguas corrientes y varios lagos someros, propician el desarrollo de algas poco comunes en el resto de la zona metropolitana. Del mismo modo, la llegada de aves migratorias a la Cantera Oriente, ha provocado la introducción de especies algales de otras regiones, por lo que resulta una buena oportunidad para realizar estudios, sobre la ficoflora macro y microscópica de dicha zona metropolitana. Por otro lado, la introducción de elementos florísticos exóticos y la renovación de elementos florísticos naturales en la Cantera Oriente, han dado lugar a la formación de diferentes hábitats los cuales son rápidamente ocupados por diversos organismos, flora y fauna, que habitan los cuerpos de agua y las zonas aledañas, trayendo con ello, esporas de microalgas de diferentes regiones del Valle de México. Es por tal motivo, que la Cantera Oriente, con sus paisajes lacustres, bordeado por una pared de basalto de hasta 40 m de altura ha sido considerada un pequeño "Oasis" dentro de la gran urbe de la Ciudad de México. Por lo anterior se hace necesario continuar con los estudios pertinentes para conocer la ficoflora de la región del valle de México y especialmente en las reservas protegidas como lo es la Cantera Oriente de la Reserva

Ecológica del Pedregal, que hasta la fecha ha sido olvidada y poco estudiada por la misma Universidad específicamente en este ámbito.

OBJETIVOS

GENERAL

Determinar la ficoflora en los cuerpos de agua de la Cantera Oriente de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria.

PARTICULARES

- Hacer un listado ficoflorístico de los *taxa* presentes en la localidad.
- Registrar los factores ambientales (físicos y químicos) de cada sitio.
- Determinar si existe una variación en la composición específica por temporada

ÁREA DE ESTUDIO

La Cantera Oriente forma parte del derrame lávico de la última erupción del volcán Xitle, que data de aproximadamente hace 2000 años y que cubre una zona de 80 km² (Figura 1).



Figura 1. Imagen satelital en el que se muestra la ubicación de la Cantera Oriente en la Ciudad de México. Fuente: Google Maps.

Se localiza a un costado de la estación del Metro Universidad, forma parte de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) tiene una superficie total de 4,8 km², quedando fuera del territorio conocido como campus universitario. Fue durante 25 años un yacimiento natural de roca volcánica, explotada por la Planta de Asfalto del Departamento del Distrito Federal, la concesión de explotar el material basáltico fue otorgado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para la pavimentación de la vialidad de la ciudad (López de Juambelz, 2004; Lot, 2007). Esto provocó que se formara una depresión de tal magnitud que alcanzó el manto freático y como consecuencia causó el escurrimiento de aguas subterráneas, proveniente del

Ajusco y montañas aledañas. Este aporte de agua permitió la formación de cuerpos de agua de naturaleza lacustre (pequeños lagos) y un arroyo o pequeño río, que corre en la parte oeste de la cantera y cuyo aporte de agua a través de la pared de roca, es mucho mayor en época de lluvias. Sus coordenadas son 19 17' Latitud Norte, 99 11' Longitud Oeste (Figura 2a).

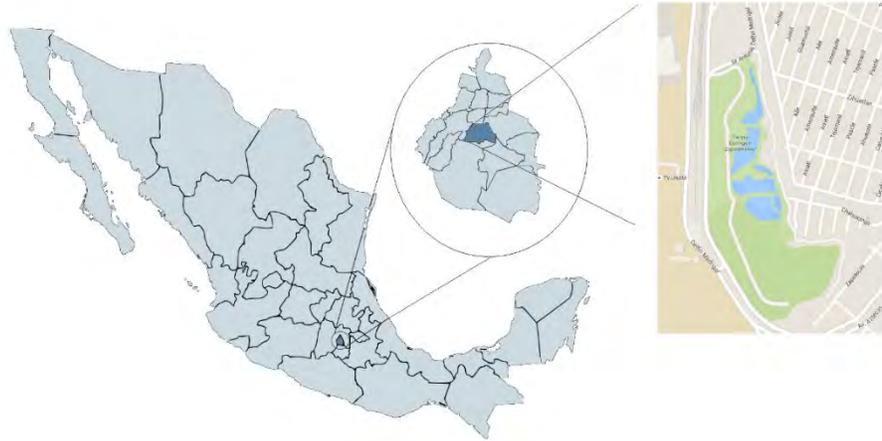


Figura 2a. Mapa de la ubicación de la Cantera Oriente dentro de la República Mexicana.

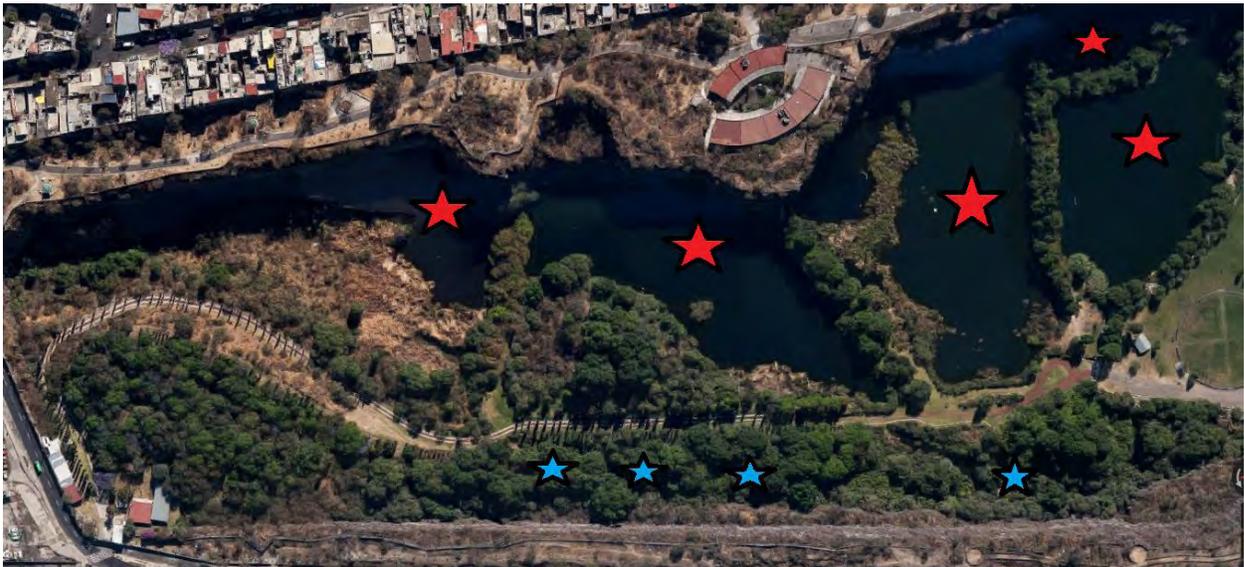


Figura 2b. Zonas de muestreo, separando los cuerpos de agua de la Cantera Oriente en ambientes lóticos (Azules) y ambientes lénticos (Rojos). Imagen satelital tomada de Google Maps.

MATERIAL Y MÉTODO

Trabajo de campo

Desde Agosto del 2006 hasta Agosto del 2007, se realizaron colectas mensuales durante periodos lectivos de la Facultad de Ciencias, por estudiantes de las materias de Ficología y Biología de Protistas y Algas y en periodo vacacional o intersemestral por las profesoras Rocío Ramírez y Ma. Edith Ponce. La colecta del material se llevó a cabo en 9 zonas ubicadas en los distintos cuerpos de agua que conforman la Cantera Oriente (Fig. 2b).

Se tomaron crecimientos algales visibles a un costado del litoral, se realizaron raspados de roca con cepillo de dientes, se obtuvo el perifiton a través del raspado de vegetación aledaña, hojarasca y raíces de plantas acuáticas vasculares, se desprendieron con navaja los crecimientos algales macroscópicos y se colocaron en pequeños frascos de plástico debidamente rotulados para su transporte en vivo al laboratorio y posterior almacenamiento. Finalmente se tomaron muestras de fitoplancton con una red de 20 μm de abertura de malla que fueron transportadas en las mismas condiciones.

Se registraron datos de conductividad, pH, temperatura con un conductímetro/potenciómetro (Conductronic®) y se tomaron muestras de agua para el análisis químico en envases de plástico de 500mL para su posterior determinación de nutrientes por métodos espectrofotométricos (Hach).

Trabajo de laboratorio

Se realizaron por triplicado preparaciones semipermanentes con gelatina glicerizada siguiendo el protocolo establecido por González y Novelo (1986) obteniéndose un total de ~1200 preparaciones semipermanentes, etiquetadas debidamente y almacenadas en una colección privada en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Para su identificación, fueron revisadas utilizando un Microscopio Nikon Eclipse 400 y fotografiadas con una Cámara Leica 260.

Para el procesamiento de imágenes se utilizó el programa Adobe Photoshop 6.0 y Leica Application Suite. Asimismo, aquellas especies que presentaban un deterioro considerable, fueron dibujadas a mano utilizando el programa Paint Tool SAI 1.0 y una tableta Wacom Bamboo.

Para el análisis de Química del agua, se separaron las muestras tomadas por época del año: Lluvias 2006 (Agosto a Octubre del 2006), Secas Frías 2006-2007 (Noviembre 2006 a Febrero 2007) Secas Cálidas (Marzo a Mayo 2007) y Lluvias 2007 (Junio a Agosto 2007)

Las algas se identificaron con bibliografía específica para cada grupo, siguiendo las aproximaciones taxonómicas más recientes de todas las fuentes disponibles. Se siguió el esquema taxonómico propuesto por Hoek *et al.*, (1995) y Guiry y Guiry (2016) para las algas eucariotas y el sistema de Komárek y Anagnostidis (1986, 1988 y 1989) y Komárek (1986, 1988 y 2002), Montejano *et al.*, (1993, 1997 y 1998) para las Cyanophyta. Para Bacillariophyceae: Patrick y Reimer (1966, 1975), Germain (1981), Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a y 1991b) y Round *et al.*, (1990). Y para Chlorophyta se sigue el esquema de Mrozinska (1985), Ettl (1978 y 1983), Ettl y Gardner (1988), Kadlubowska (1984) y Novelo (1998).

RESULTADOS

De un total de 268 muestras que fueron revisadas, se identificaron un total de 96 especies (Figura 3) de las cuales se encontraron 15 especies que corresponden, en orden alfabético a la División Cyanophyta, 22 a la División Chlorophyta, 2 a la División Euglenophyta y de la División Heterokontophyta, 55 de la Clase Bacillariophyceae, una de la Clase Chrysophyceae y una de la Clase Xanthophyceae.

Chlorophyta, Cyanophyta y Bacillariophyceae son los grupos taxonómicos que presentan la mayor riqueza a diferencia de los otros grupos durante todas las colectas realizadas.

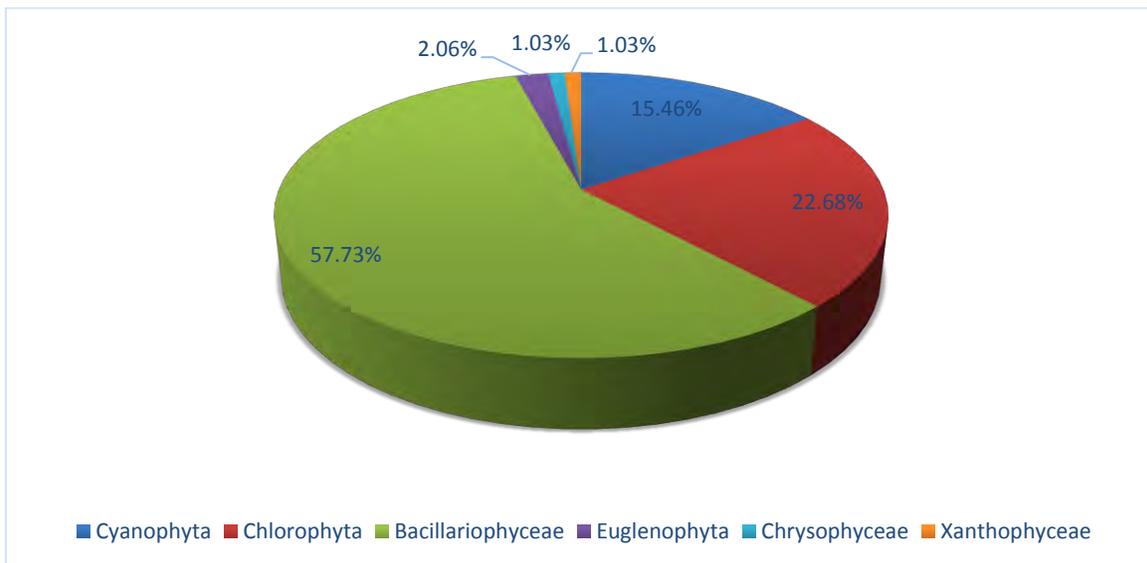


Figura 3. Proporción de los grupos taxonómicos en los cuerpos de agua de la Cantera Oriente.

Separando las muestras revisadas por época del año y ambiente se presentan las gráficas que muestran la riqueza ficológica encontrada en ambientes Lénticos

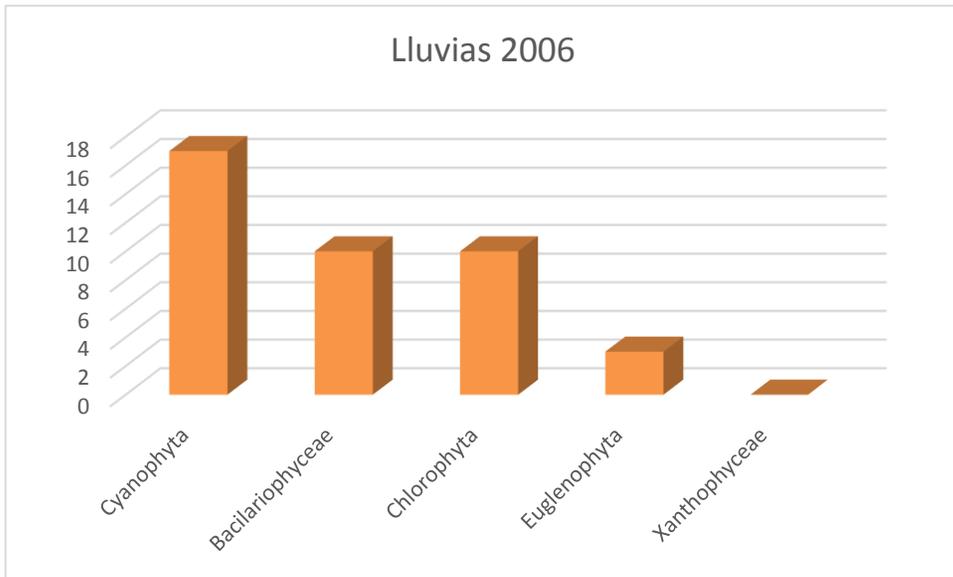


Figura 4. Riqueza ficológica en la Temporada de Lluvias 2006

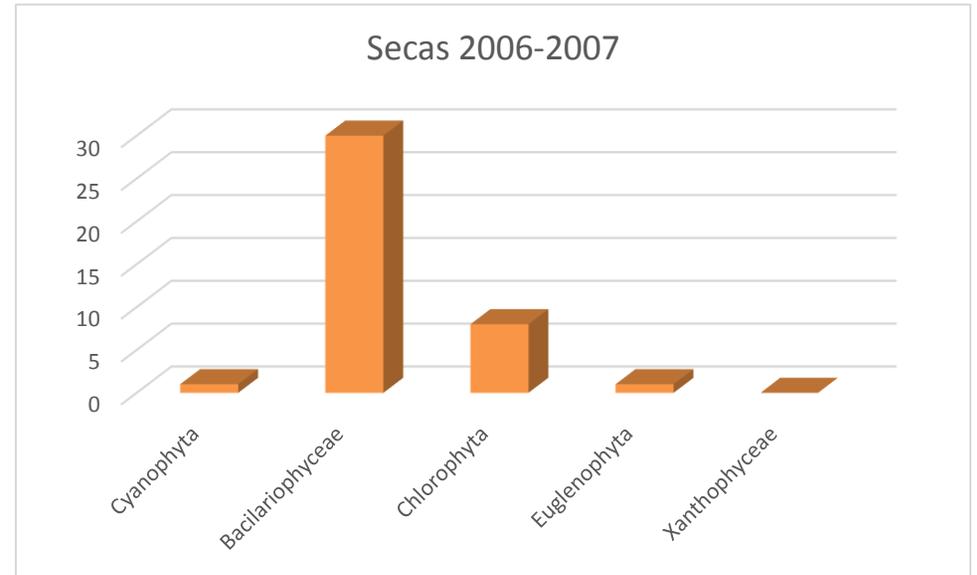


Figura 5. Riqueza ficológica en la Temporada de Secas 2006-2007

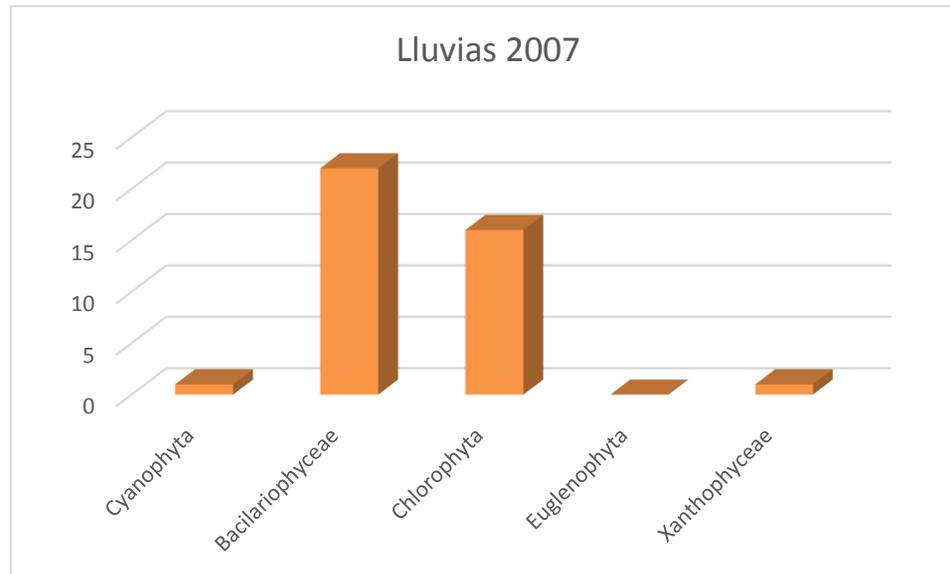


Figura 6. Riqueza ficológica en la Temporada de Lluvias 2007

Separando las muestras revisadas por época del año y ambiente se presentan las gráficas que muestran la riqueza ficológica encontrada en ambientes Lóticos

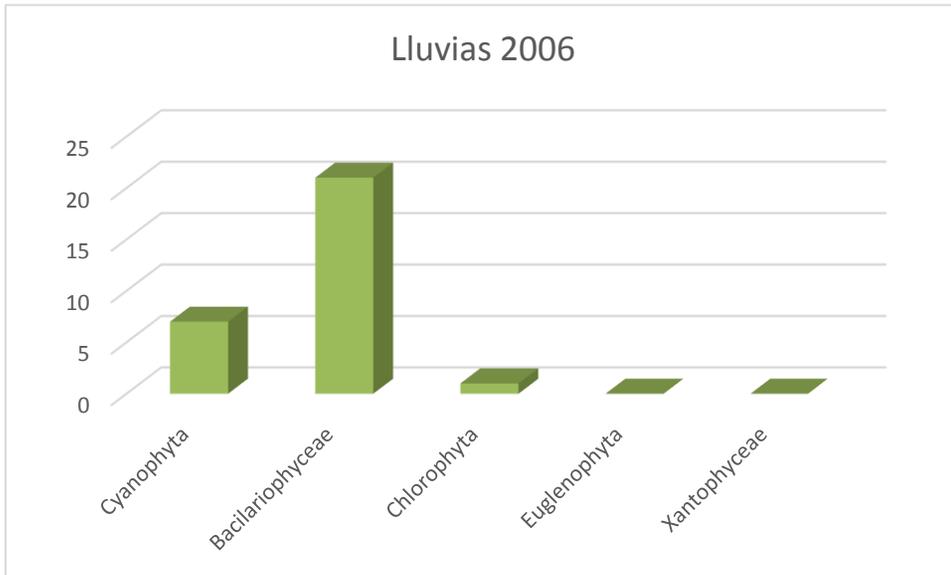


Figura 7. Riqueza ficológica en la Temporada de Lluvias 2006

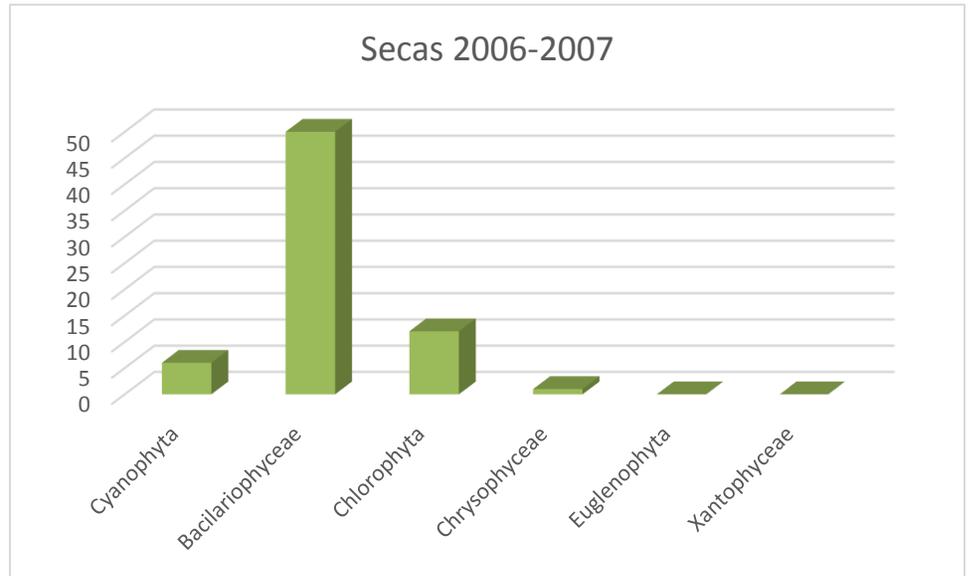


Figura 8. Riqueza ficológica en la Temporada de Secas 2006-2007



Figura 9. Riqueza ficológica en la Temporada de Lluvias 2007

Los factores fisicoquímicos obtenidos durante el muestreo: pH, temperatura (°C), y nutrientes disueltos se presentan por época de muestreo y por ambiente, en las tablas que a continuación se enlistan.

Tabla 2. Valores de temperatura obtenidos en ambientes Lóticos y Lénticos a lo largo del año

Parámetro	Epoca del año	Lóticos	Lénticos
Temperatura (°C)	Lluvias 2006	10,43	13,8
	Secas Cálidas 2007	14,22	19,9
	Lluvias 2007	16,45	19,35
pH	Lluvias 2006	8,03	7,66
	Secas Cálidas 2007	8,59	8,8
	Lluvias 2007	8,1	8,14
Nitrato (mg/L)	Lluvias 2006	4,7	4,3
	Secas Frías 2006-2007	4,425	5,9
	Secas Cálidas 2007	6,66	4,88
	Lluvias 2007	5,4	3,84
Nitrito (mg/L)	Lluvias 2006	0,016	0,016
	Secas Frías 2006-2007	2,17	1,95
	Secas Cálidas 2007	2,33	1,77
	Lluvias 2007	2,03	1,91
Fosfato (mg/L)	Lluvias 2006	2,15	2,1
	Secas Frías 2006-2007	2,17	1,95
	Secas Cálidas 2007	2,33	1,77
	Lluvias 2007	2,03	1,91
Sílice (mg/L)	Lluvias 2006	36,9	38,8
	Secas Frías 2006-2007	36,97	38,2
	Secas Cálidas 2007	37,66	32,96
	Lluvias 2007	18,76	28,57
Dureza Mg (ppm)	Lluvias 2006	1,8	1,9
	Secas Frías 2006-2007	1,25	0,6
	Secas Cálidas 2007	0,18	0,84
	Lluvias 2007	0,38	0,2
Dureza Ca (ppm)	Lluvias 2006	0,309	0,2
	Secas Frías 2006-2007	0,04	0,09
	Secas Cálidas 2007	2,6	2,11
	Lluvias 2007	0,38	0,2

A continuación se presentan las gráficas que muestran la fluctuación de los valores obtenidos a través de las diferentes épocas del año.

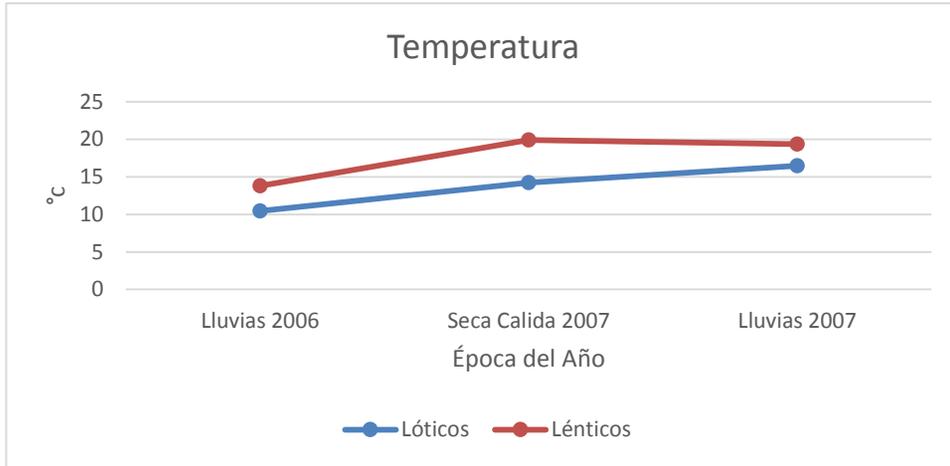


Figura 10. Fluctuación temporal de la Temperatura en la Cantera Oriente

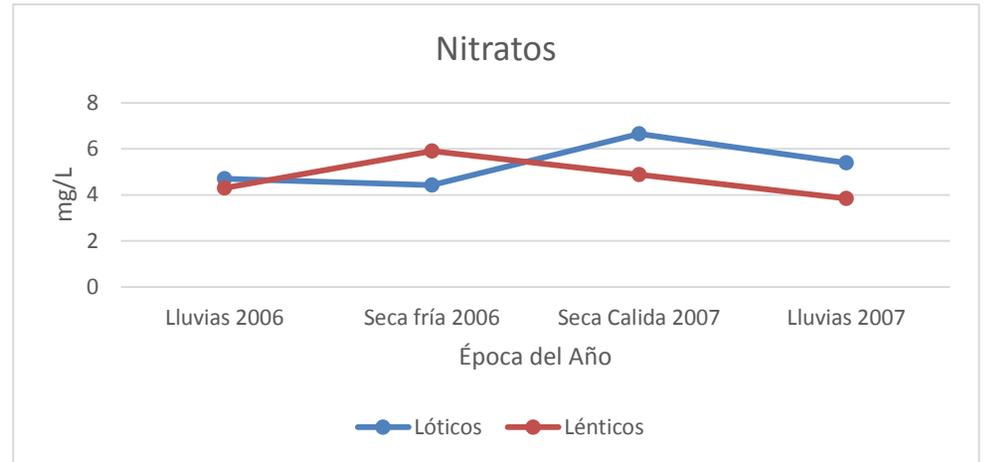


Figura 12. Fluctuación temporal de los Nitratos en la Cantera Oriente

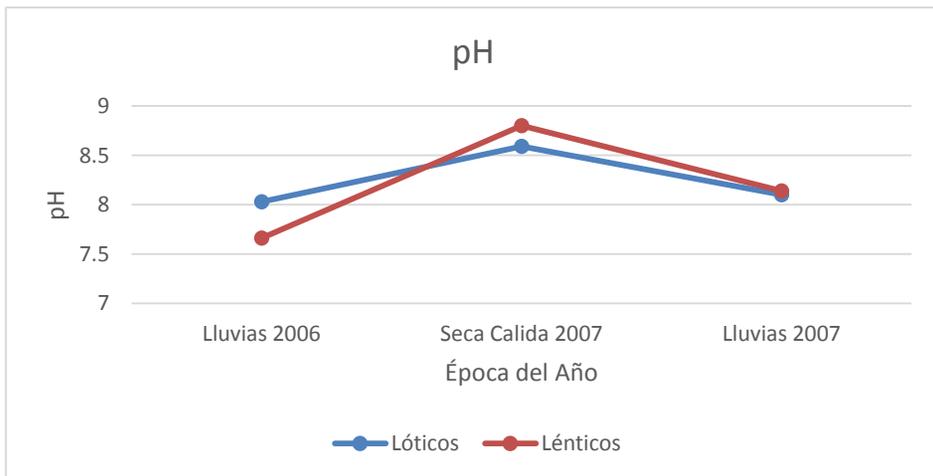


Figura 11. Fluctuación temporal del pH en la Cantera Oriente

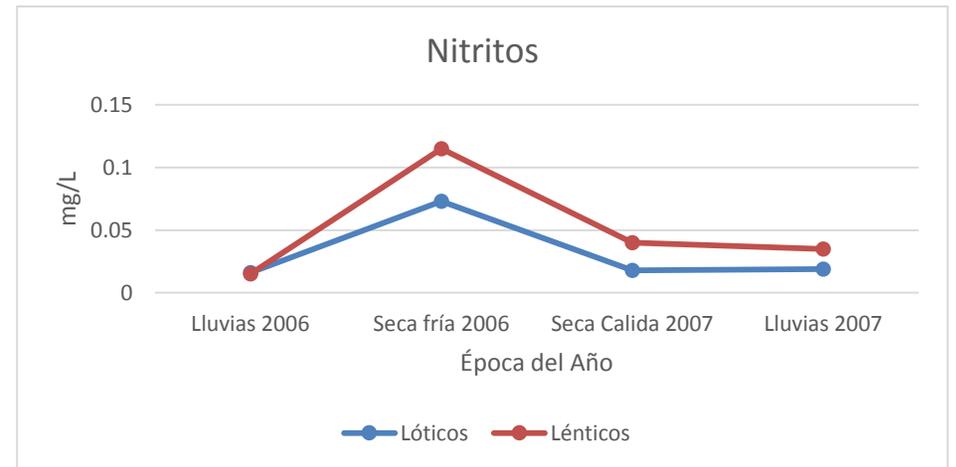


Figura 13. Fluctuación temporal de los Nitritos en la Cantera Oriente

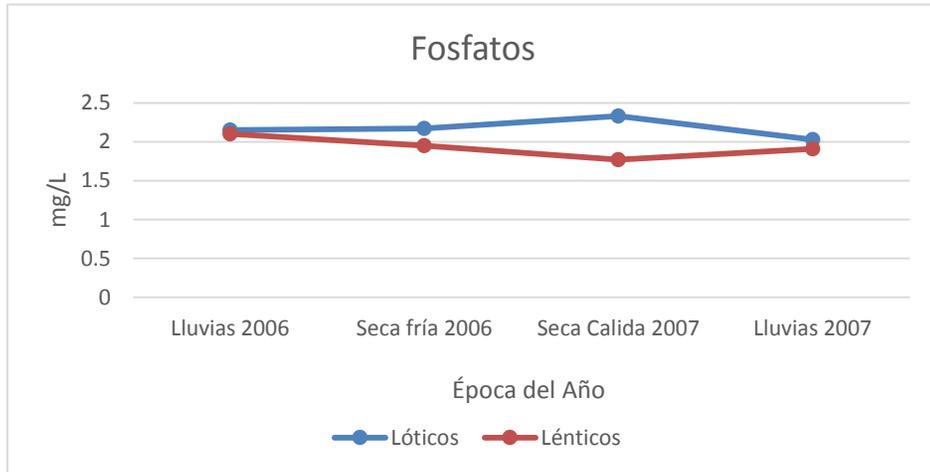


Figura 14. Fluctuación temporal de los Fosfatos en la Cantera Oriente

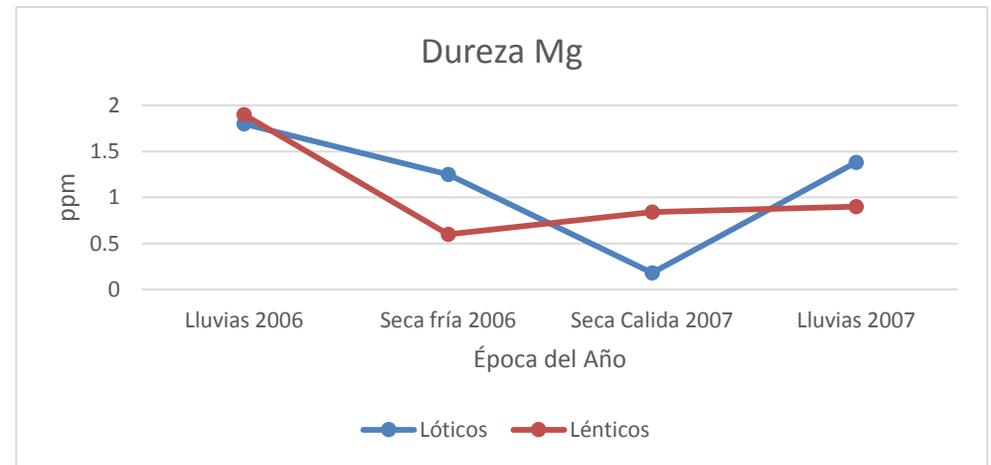


Figura 16. Fluctuación temporal de la Dureza de Mg en la Cantera Oriente

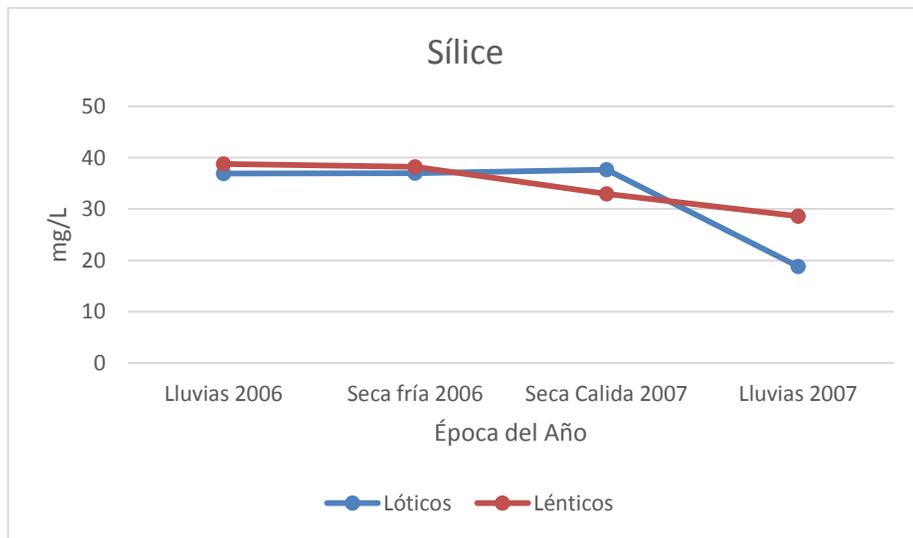


Figura 15. Fluctuación temporal del Sílice en la Cantera Oriente

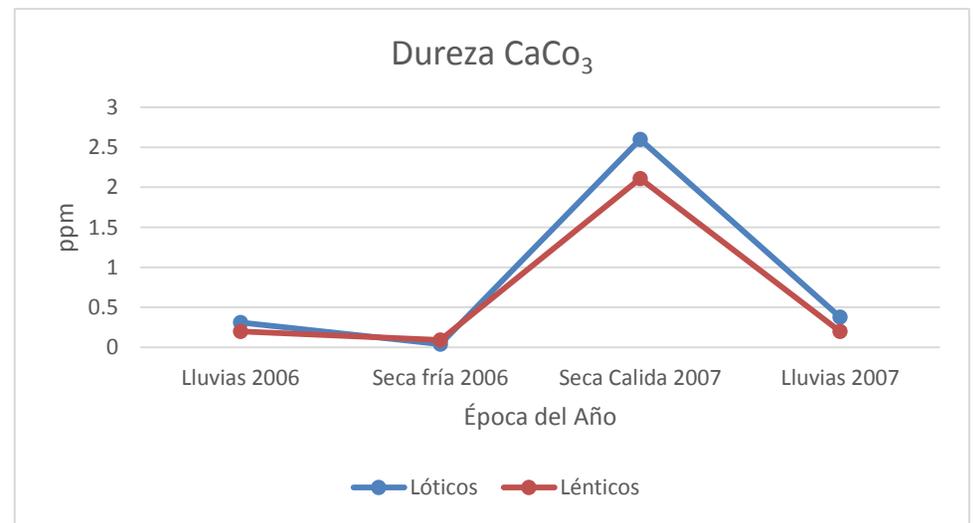


Figura 17. Fluctuación temporal de la Dureza de CaCO₃ en la Cantera Oriente

A continuación se muestran las descripciones de géneros y especies encontrados en la Cantera Oriente, utilizando de base los trabajos de Diliard (2003), Komárek y Anagnostidis (1998), Segura-Garcia (2011), Orozco-Martínez (2011), Hegewald y Eberhard (1988) y Comas (2009). Completando la información de distribución geográfica con datos obtenidos de la base de datos Taxfich, ubicada en el Laboratorio de Ecología y Taxonomía de Algas Continentales, Facultad de Ciencias, UNAM (Novelo y Tavera 2011).

División Cyanophyta

Orden Chroococcales

Familia Aphanothecaceae

Aphanothece elabens (Brébisson) Elenkin

Colonias compactas con vaina fina, libres. Células dispuestas muy cercanas unas de otras, con vaina incolora. En promedio las células miden de 5.2 a 5.4 μm de largo. Crece en natas y perifiton; también se encuentra como plancton y epifita en lagos.

Distribucion geográfica: En México: Tehuacán, Puebla, Jalisco. En el Mundo: Europa Central, Hungría, Rusia, Ucrania.

Referencias de herbario: CO37

Familia Chroococcaceae

Chroococcus minutus (Kützinger) Nägeli Lámina 1)

Células solitarias o en colonias de pocas células microscópicas que van de dos a ocho células, encerradas en un mucilago más o menos ovalado, homogéneo o ligeramente lamelado. Es una especie polimórfica, con muchas variaciones morfológicas de acuerdo al ambiente en el que se encuentra, aunque las células suelen medir de 5 a 10 μm de diámetro.

Distribucion geográfica: En México: Oaxaca, Tehuacán, Puebla, Palenque, Chiapas, Morelos, Lago Chapala, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tabasco, Veracruz. En el mundo: España; India; Eu; Angola; Burma; Suecia; Polonia; Antártica; Brasil; Francia; Argentina; Irak, Iran; Hungría; Alemania; Belize; Reino Unido; Jamaica;

Referencias de herbario: CO43, CO48

Chroococcus obliteratus Richter

Lámina 2)

Células solitarias, o en colonias de dos a ocho células, rara vez con mayor número de células. La colonia posee un mucilago ancho alrededor de la colonia o con envolturas muy finas, incoloras y gelatinosas en las células, claramente delimitadas por estas coberturas en los bordes externos de las células. La cobertura mide de 2 a 7 μm , usualmente no lameladas o ligeramente lameladas. Las células son esféricas, hemiesféricas o con la forma de un segmento de una esfera. De color verde-azul o verde-olivo, incluso de color amarillento. Las células miden de 6 a 10 μm de diámetro.

Distribucion geográfica: En México: Quintana Roo, Veracruz.

Referencias de herbario: CO43, CO48

Familia Microcystaceae

***Gloeocapsa* sp**

Lámina 3)

Colonias de células ovoides o esféricas de color verde azul, aplanadas sobre sus líneas de división, embebidas en un denso mucilago formado por capas concéntricas creadas en cada división. Las células miden ~ 20 μm de diámetro.

Referencias de herbario: CO05, CO09

Microcystis protocystis Crow

Lámina 4)

Colonias irregulares con células esféricas, discoides o irregulares de color verde azul, dispuestas de manera dispersa. Posee mucilago muy fino, hialino, que se engrosa cerca de las células. Las células miden de 3.5 μm a 6.5 μm de largo.

Distribucion geográfica: En México: Oaxaca, D.F., Michoacán, Puebla, Hidalgo, Veracruz, Morelos, Yucatán, Estado de México. En el mundo: Argentina; Hungría; Brasil; India, Sri Lanka

Referencias de herbario: CO17, CO37, CO78

Orden Nostocales

Familia Nostocaceae

Anabaena sp.

Lámina 5)

Tricomas con células esféricas, las células verde-azules pueden ser cilíndricas, asemejando un collar de perlas. Las células miden ~ 4 µm de diámetro y los filamentos alcanzan más de 200 µm de largo.

Referencias de herbario: CO14

Cylindrospermum sp.

Filamentos cilíndricos curvos o ligeramente enrollados, compuestos de células cuadradas o rectangulares. Los tricomas no ramificados no tienen vaina, pero originan tapetes mucilaginosos. Estas células originan heterocistos en los finales del filamento, formando también acinetos adyacentes a estos. Las células miden ~ 5 µm de diámetro y los filamentos alcanzan más de 160 µm de largo.

Referencias de herbario: CO49

Familia Scytonemataceae

Scytonema sp.

Lámina 6)

Tricomas de células cilíndricas dentro de coberturas mucilaginosas firmes. Los filamentos usualmente están enrollados y forman tapetes. Doble ramificación falsa y resulta del crecimiento del filamento de cualquier lado del necridio (célula muerta) o de los heterocistos. Los filamentos miden más de 400 µm de largo y 15 µm de ancho.

Referencias de herbario: CO14

Orden Oscillatoriales

Familia Microcolaceae

Arthrospira sp.

Lámina 7)

Filamentos sin ramificaciones, solitarios o en tapetes macroscópicos. De forma enrollada, muy característico del género, que se reduce o incrementa mientras más filamento haya. Los filamentos miden más de 100 µm.

Referencias de herbario: CO14, CO37, CO38

Planktothrix agardhii (Gomont) Anagnostidis y Komárek

Lámina 8)

Tricomas principalmente solitarios, de vida libre, de hasta 300µm, rectos o un poco curvos, a veces unidos a fascículos microscópicos algo sueltos de color verde azul o verde olivo. Sin vaina, o en muy rara ocasión y facultativamente, especialmente en etapas jóvenes, posee una vaina muy fina. Más o menos gradualmente atenuadas hacia los extremos de las células. Las células apicales son convexas, ligeramente chatas, cónicas o más o menos puntiagudas, a veces con caliptra convexa, rara vez capitada. Tricomas de 4 a 6 µm de ancho, constreñidos en sus paredes granuladas.

Distribucion geográfica: En México: Puebla, CDMX, Tecocomulco, Hidalgo, Veracruz, Michoacán, Querétaro, Quintana Roo, En el mundo: Islas Guadalupe; Uruguay;

Referencias de herbario: CO37

Familia Oscillatoriaceae

Lynghia martensiana Meneghini

Lámina 9)

Talo cespitoso, verde-azul, compuesto de filamentos enredados, usualmente unidos a fascículos ordenados de manera paralela, flotando en el agua o solitarios en el sustrato. El contenido celular es homogéneo, granuloso. Los filamentos son flexuosos o largos, a veces rectos con diámetros que van de los 7 a los 12 µm. La vaina es hialina, incolora, y se hace más gruesa con la edad del alga.

Distribucion geográfica: En México: Estado de México, Oaxaca, Papaloapan; Tehuacán, Puebla, Morelos, Huasteca, San Luis Potosí, Jalisco, En el mundo: España; Argentina; India; Tunes, Algeria, Angola, Alemania, Gabon; Brasil; Estados Unidos; Perú; Puerto Rico; Bangladesh, Rusia,

Referencias de herbario: CO40

Oscillatoria tenuis Aghard

Lámina 10)

El talo es plano, en forma de tapetes o agregados. De color verde-azul o verde-olivo. Usualmente mucilaginoso. Tricomas más o menos rectos, o rara vez, curvos de manera irregular, de 6 a 11 μm de diámetro.

Distribucion geográfica: En México: Veracruz, Tehuacán, Puebla, Oaxaca, Papaloapan; Morelos, Hidalgo, Michoacán, Japon, India, Burma, Pakistan, Egipto, Argelia, Camerun, Angola, Mozambique, Tanzania, Uganda, Madagascar, Usafua, Gabon; España; Estados Unidos; Reino Unido; Alemania, Austria, Suiza; Argentina; Perú; Brasil; Suecia; Islandia; Canadá, Ghana;

Referencias de herbario: CO37

Phormidium taylorii (Drouetet Strickland) Anagnostidis

Lámina 11)

Mechones de color verde-azul brillante compuesto de filamentos flexuosos dispuestos de manera paralela, a veces radiados y peniciliados, a veces de hasta medio centímetro de largo. Las vainas son firmes e incoloras. Los tricomas son cilíndricos y no se estrechan hacia los extremos, solo constriñéndose en las paredes granuladas que van de 4-7 μm de diámetro.

Distribucion geográfica: En México: CDMX.

Referencias de herbario: CO40, CO73, CO82

Orden Synechococcales

Familia Merismopediaceae

***Aphanocapsa* sp.**

Lámina 12)

Colonias de células esféricas distribuidas irregularmente dentro de un mucilago homogéneo, amarillento o incoloro. Cada célula tiene una vaina individual poco evidente o ausente. Las colonias miden ~12 μm de largo.

Referencias de herbario: CO74

Familia Leptolyngbyaceae

Leptolyngbya tenuis Anagnostidis y Komárek

Lámina 13)

Talo de color verde azul a verde esmeralda pálido o brillante, a veces amarillento o verde olivo, delgado, membranoso, expandido y comúnmente suave, ocasionalmente endurecido por la precipitación de carbonato de calcio. Filamentos largos y rectos, más o menos ordenados, a veces algo doblados y enredados, frecuentemente flexuosos o enrollados circularmente. La vaina es muy delgada, usualmente indistinguible, miculaginosa e incolora. Los tricomas miden de 0.8 a 2 μm . Comúnmente constreñidas en las paredes granuladas. Con extremos gradualmente o abruptamente atenuados. Las células son de varios tamaños, frecuentemente de dos a cinco veces más largas que anchas, de 1.5 a 7 μm de largo. Las células apicales son más o menos elongadas y dobladas, sin caliptra ni membrana exterior.

Distribución geográfica: En México: Tehuacán, Puebla, Morelos.

Referencias de herbario: CO75

División Chlorophyta

Clase Chlorophyceae

Orden Chaetophorales

Familia Chaetophoraceae

Stigeoclonium tenue (Agardh) Kützing

Lámina 14)

Filamentos uniseriados con varios sistemas postrados y erectos, los filamentos erectos están ramificados dicotómicamente, ocasionalmente con vueltas o dispuestos irregularmente, con ápices rectos o estrechamente rectos, o cada uno portando un pelo multicelular hialino. Los filamentos están postrados sobre la roca o en forma de rizoides, ocasionalmente formando un crecimiento discoidal pseudopárenquimatoso. Las células son cilíndricas o infladas, con pared gruesa o delgada, cada una con un solo cloroplasto parietal con uno o varios pirenoides. Los filamentos miden más de 500 µm de largo y ~ de 10 µm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Estado de México, Morelos, Puebla, CDMX, San Luis Potosí, Veracruz. En el mundo: España; Holanda; Argentina; Estados Unidos; Hungría; Polonia; Ghana; Austria; Perú; Alemania; Reino Unido; India.

Referencias de herbario: CO183, CO184, CO233

Orden Chlamydomonales

Familia Chlamydomonaceae

Chlamydomonas sp.

Lámina 15)

Especie unicelular, que tiene una pared celular casi esférica alrededor del citoplasma y un núcleo centralizado. Posee dos flagelos que se extienden hacia los lados. Asimismo, tienen un estigma que les permite detectar la luz y moverse hacia ella (Fototaxis). Cerca de los flagelos hay dos vacuolas que se usan para transportar agua hacia adentro y fuera de la célula. Las células miden ~ 10 µm de largo.

Referencias de herbario: CO50

Familia Volvocaceae

Eudorina elegans Ehrenberg

Lámina 16)

Colonia de células esféricas de tamaño equitativo, la envoltura de la colonia es de forma elipsoidal a esférica, no mamilada posteriormente. Los cloroplastos poseen de uno a cinco pirenoides. Las células miden de 10 a 25 μm de diámetro.

Referencias de herbario: CO100, CO 256

Orden Oedogoniales

Familia Oedogoniaceae

***Oedogonium* sp.**

Lámina 17)

Filamentos sin ramificaciones con células cilíndricas, posee un cloroplasto denso, que abarca todo el tamaño de la célula, comúnmente lleno de pirenoides. Las células frecuentemente son más anchas unas que otras, ocasionalmente con algunas células de forma globosa. Poseen un anillo en el extremo más amplio de la célula, consecuencia de la división celular. Los filamentos miden entre 14 y 30 μm de diámetro.

Referencias de herbario: CO70, CO83, CO88, CO95, CO104

Orden Sphaeropleales

Familia Hydrodictyaceae

Monactinus simplex (Meyen) Corda

Lámina 18)

Cenobios más o menos circulares, con células ordenadas concéntricamente o en espiral, perforados. Las células externas son más o menos trapezoidales, asimétricas en su base, las células internas son triangulares. Las proyecciones de las células externas son muy próximas entre células vecinas y más o menos en paralelo, debido a que una de sus bases es más corta. Las células poseen proyecciones cónicas en la base, con un apéndice alargado cilíndrico, Las células miden de 10 a 45 μm de diámetro.

Distribucion geográfica: En México: Veracruz, CDMX.

Referencias de herbario: CO52, CO196, CO218, CO219, CO220, CO221, CO222

***Pediastrum boryanum* var. *longicorne* Reinsch**

Lámina 19)

Cenobios de células poligonales, con células ordenadas concéntricamente. En esta variación de *Pediastrum*, los procesos de las células periféricas son mas largos de de costumbre, agrandándose en el ápice. La pared celular es distinguida por estar granulada. Las células miden de 4 a 35 μm de diámetro.

Distribucion geográfica: En México: CDMX, Jalisco, Querétaro. En El Mundo: Sudáfrica; Suecia; Argentina; Estados Unidos; Alemania.

Referencias de herbario: CO06, CO52, CO82, CO196, CO218, CO219

Familia Neochloridaceae

***Golenkinia* sp.**

Lámina 20)

Células esféricas, con un cloroplasto con forma de copa. También, la célula posee un gran número de espinas delgadas sobre toda su superficie, las cuales a veces sólo se ven en microscopia de campo claro. Las células miden $\sim 60 \mu\text{m}$,

Referencias de herbario: CO52, CO218

Familia Radiococcaceae

***Eutetramorus tetrasporus* Komárek**

Lámina 21)

Colonias esféricas o tetraédricas compuestas por 4 a 16 células ordenadas más o menos tetraédricamente, con una envoltura mucilaginoso colonial delicada incolora y más o menos delicuescente. Las células son esféricas, separadas unas de otras. Las células miden de 3 a 6 μm de diámetro.

Distribucion geográfica: En México: Veracruz. En el mundo: Cuba.

Referencias de herbario: CO45

Familia Selenastraceae

***Kirchneriella* sp.**

Lámina 22)

Células con forma de herradura que forman colonias de dos a 24 células en una cobertura mucosa, las formas de las colonias varían. Las células son uninucleadas y poseen un solo cloroplasto parietal, con uno o cuatro pirenoides. Las células miden $\sim 25 \mu\text{m}$ de largo y 4 μm de ancho.

Referencias de herbario: CO233

Familia Scenedesmaceae

Desmodesmus abundans (Kirchner) Hegewald

Lámina 23)

Cenobios formados por cuatro células de contorno elipsoidal. Los polos celulares son cónico redondeados. De los polos de las células marginales se proyectan espinas largas en un patrón cuadradaudado o bicaudado. Además, los márgenes de las células externas pueden presentar de una a tres espinas pequeñas, o simplemente no tenerlas. Los Polos de las células internas también pueden o no tener una espina pequeña. Las células miden de 8 a 14 μm de largo.

Distribucion geográfica: En México: Veracruz, CDMX, Puebla. En el mundo: Brasil;

Referencias de herbario: CO77, CO218, CO219, CO221

Desmodesmus communis (Hegewald) Hegewald

Lámina 24)

Cenobios de 2-4-8 células en una hilera. Las células internas tienen polos redondeados, las células exteriores tienen polos acutados. En diagonal a los ejes de la célula, cada polo tiene una espina. La capa más externa de la pared celular es visible entre los polos de la célula, dilatados en cenobios jóvenes y reducidos en cenobios viejos. Las células miden de 7.8 a 20.4 μm de diámetro. Los pirenoides son claramente visibles comúnmente.

Distribucion geográfica: En México: CDMX, En el mundo: Brasil.

Referencias de herbario: CO77, CO218, CO219, CO221

Desmodesmus maximus (West et West) Hegewald.

Lámina 25)

Células principales el doble de gruesas que las demás especies del género, con espinas largas curvadas hacia afuera que salen de los extremos de las células. Las células miden de 27 a 36 μm de longitud y de 9 a 11.5 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: CDMX, Veracruz.

Referencias de herbario: CO77, CO218, CO219, CO221

Desmodesmus opoliensis (Richter) Hegewald

Lámina 26)

Cenobios de 4-8 células, alineados o marcadamente alternados, células mas o menos elipsoidales hasta fusiformes. Extremos atenuados, polos más o menos truncados en las células externas, células marginales algo arqueadas, las internas son rectas. En los polos de las esquinas marginales hay 4 espinas principales, localizadas hacia los angulos de los polos. Las células miden de 10 a 22 μm de largo.

Distribucion geográfica: En México: CDMX, Veracruz.

Referencias de herbario: CO77, CO218, CO219, CO221

Desmodesmus protuberans Fritsch y Rich

Lámina 27)

Cenobios de series de 4 a 8 celulas, no dispuestas alternadamente. Las células externas son ligeramente más largas que el borde exterior, en la parte media son convexos y los extremos cóncavos. Margen interior recto, polos redondeados más o menos protractados. Células intermedias con puntas afiladas o subtruncadas, dotadas de pequeñas espinas. Poseen un pirenoide grande en el centro de la célula. Las células miden de 25 a 34 μm de largo y de 6 a 7 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Michoacán.

Referencias de herbario: CO77, CO218, CO219, CO221

***Scenedesmus* sp.** Meyen

Cenobios de células con 4, 8 o 16 células, con forma de luna y de acomodo alternado, con tamaños variados, y con un evidente pirenoide en el centro de la célula. Las células miden ~ de 18 μm de largo.

Referencias de herbario: CO77, CO218, CO219

Clase Trebouxiophyceae

Orden Chlorellales

Familia Oocystaceae

Lagerheimia ciliata (Lagerheim) Chodat

Lámina 28)

Células ovas a elipsoidales, en cada polo posee setas rectas o ligeramente curvas, atenuadas gradualmente desde la base hasta el apice, tan largas o hasta dos veces más largas que la célula. Posee los polos anchamente redondeados. Las células están rodeadas por una envoltura mucilaginosa, incolora y delicuescente. Células de 19 a 21 µm de diámetro, las setas miden de 12 a 25 µm de largo.

Distribucion geográfica: En México: CDMX, Estado de México, Veracruz. En el mundo: Jamaica; Cuba; Suecia; Argentina; Alemania.

Referencias de herbario: CO77, CO218, CO219, CO221

***Oocystis* sp.**

Lámina 29)

Colonias de dos a ocho células rodeadas por la pared celular de la célula madre, aunque a veces unicelular. Forma elipsoidal con los extremos ligeramente acutados y gruesa pared celular. Las células miden ~ de 23 µm de diámetro, incluyendo el mucilago.

Referencias de herbario: CO99, CO100

Orden Prasiolales

Familia Prasiolaceae

***Stichococcus* sp.**

Lámina 30)

Pequeños filamentos de pocas células y sin ramificaciones, con contacto mínimo entre células adyacentes. Tienen un cloroplasto relativamente grande por célula, las cuales son cilíndricas y alongadas, con paredes delgadas. Las células miden ~10 µm de largo y 4 µm de ancho.

Referencias de herbario: CO60, CO72, CO73, CO80, CO83, CO87, CO88

Clase Ulvophyceae

Orden Cladophorales

Familia Cladophoraceae

Cladophora glomerata (Linnaeus) Kützing

Lámina 31)

Talos sésiles, formando masas arbusculares esponjosas, usualmente en ambientes loticos. Los filamentos son ramificados regularmente y sucesivamente, con las células ligeramente atenuadas hacia los ápices de las ramas. El eje principal puede medir de 75 a 100 μm y es de 6 a 7 veces más largo que ancho.

Distribucion geográfica: En México: Chihuahua, Estado de México, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Morelos, CDMX, San Luis Potosí, Hidalgo, Michoacán, Yucatán. En el mundo: España; Estados Unidos; Reino Unido; Polonia; Alemania, Austria Y Suiza; Peru; Argentina; Ghana; India.

Referencias de herbario: CO51, CO54, CO57, CO58, CO59, CO60, CO61, CO62, CO63, CO64, CO65, CO78, CO100, CO101, CO115, CO127, CO129, CO130, CO131, CO132, CO133, CO135, CO140, CO254, CO255

Rhizoclonium heroglyphicum (Agardh) Kützing

Lámina 32)

Filamentos sin ramificaciones o con muy pocas, y cuando lo están, son pequeñas y a manera de rizoides. Las células miden de 10 a 25 μm de diámetro, a veces con abultamientos en la parte central y con una pared celular de hasta 2 μm de espesor.

Distribucion geográfica: En México: Chihuahua, Estado de México, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Morelos, CDMX, San Luis Potosí, Hidalgo, Michoacán, Yucatán. En el mundo: España; Estados Unidos; Reino Unido; Polonia; Alemania, Austria Y Suiza; Peru; Argentina; Ghana; India.

Referencias de herbario: CO51, CO54, CO57, CO58, CO59, CO60, CO61, CO62, CO63, CO64, CO65, CO78, CO100, CO101, CO115, CO127, CO129, CO130, CO131, CO132, CO133, CO135, CO140, CO254, CO255

Clase Zygnematophyceae

Orden Zygnematales

Familia Closteriaceae.

Closterium pseudolunula Borge

Lámina 33)

Células de hasta 250 µm de largo y 40 µm de ancho, el margen interno es recto, el externo es convexo y el apice ligeramente agudo, con un engrosamiento interno. La pared celular es estriada transversalmente en la zona ecuatorial. El cloroplasto presente una serie de siete a ocho pirenoides.

Distribucion geográfica: En México: CDMX, Morelos, En el mundo: Brasil; Madagascar; Holanda, Irak, Iran; Nepal, Venezuela; Hungria; Perú; Alemania; Panamá.

Referencias de herbario: CO03

Familia Desmidiaceae

Cosmarium pseudopyramidatum Lundell

Lámina 34)

Células 1.7 veces más largas que anchas, de 23 a 40 µm de diametro. Las células se caracterizan por tener una constriccion media muy profunda, haciendo que las dos semicélulas se asemejen a una pirámide en vista apical. Los angulos basales son redondeados, con los márgenes laterales convexos, convergentes a un apice truncado con angulos redondeados. Vista de un costado, las células son elípticas. La pared celular es puntuada.

Distribucion geográfica: En México: Oaxaca, CDMX, Quintana Roo, En el mundo: Japon; Siberia, Tailandia, India, Ceylan, Java, Noruega; Brasil; Argentina; Suecia; Estados Unidos; Finlandia; Australia; Canadá; Panamá; Alemania; Kenia; Reino Unido; Madagascar; Papúa, Nueva Guinea; Sudáfrica.

Referencias de herbario: CO03

División Euglenophyta

Clase Euglenophyceae

Orden Euglenales

Familia Euglenaceae

Euglena gracilis Klebs

Lámina 35)

Células casi cilíndricas, con el extremo anterior redondeado, el posterior también es redondeado o ligeramente agudo. El flagelo comúnmente mide lo mismo que la célula,. Posee movimiento euglenoide marcado, estriaciones peliculares indistintas. Tiene de 7 a 10 cloroplastos circulares u ovoides, cada uno con un claro pirenoide. La célula mide de 31 a 53 μm de largo y de 7 a 18 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Morelos, Puebla, Jalisco, Michoacán, CDMX, Tabasco, En el mundo: Argentina; Estados Unidos; Arabia Saudita.

Referencias de herbario: CO74, CO83

Orden Euglenophyceae incertae sedis

Familia Petalomonadaceae

Petalomonas sp.

Lámina 36)

Células incoloras con un flagelo anterior emergente, aplanado, asemejando una telera. De 12 a 22 μm de largo.

Referencias de herbario: CO74, CO83

División Heterokontophyta

Clase Bacillariophyceae

Orden Bacillariales

Familia Bacillariaceae

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow

Lámina 37)

Las valvas son lineo-curvadas con un margen cóncavo. Los ápices son rectos, no muy constreñidos y amplios, Las Fíbulas son cortas con un arreglo irregular. Un nódulo central evidente interrumpe el rafe en el centro de la valva. Las fíbulas centrales son grandes, casi abarcan cuatro estrías cada una, hacia los polos las fíbulas se van haciendo más pequeñas. Las estrías están ligeramente curvadas en los ápices y rectas-radiadas en el centro. Las valvas miden de 33 a 67 μm de largo y de 6 a 8 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Coahuila, Hidalgo, Michoacán, Tehuacán, Puebla, Estado de México, Oaxaca, Papaloapan. En el mundo: Rusia; Japon; Estados Unidos; Reino Unido; España; Australia; Francia; Córdoba; Buenos Aires, Argentina; Burma; Polonia; Antártica; Brasil; Alemania; Irak, Iran; Taiwan; Austria;

Referencias de herbario: CO08, CO52, CO53, CO57, CO65, CO67, CO68, CO81, CO84, CO89, CO242, CO261

Nitzschia amphibia Grunow

Lámina 38)

Las valvas tienen forma lineal-lanceolada y son pequeñas, con los márgenes convexos, los ápices ligeramente rostrados y los polos redondeados. El rafe es marginal y presenta un nódulo central. Las fíbulas se distribuyen a lo largo de toda la valva en espacios regulares y amplios. Las fíbulas son alargadas, delgadas y agudas, en forma de conos. Cada pico de cada fibula coincide con una Estría. En algunos casos las fíbulas presentan dos puntas, donde cada una coincide con una Estría. Las estrías coinciden con las fíbulas, las estrías son rectas en el centro y ligeramente curvadas hacia los ápices. Las valvas miden de 16 a 30 μm de largo y de 4 a 5 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Puebla, Michoacán, Estado de México, Huasteca, San Luis Potosí, Oaxaca, Morelos, Yucatán, Jalisco, Quintana Roo, Yucatán. En el mundo: España; Francia; Cuba; Reino Unido; Argentina; Polonia; India; Rusia Estados Unidos; Perú; Brasil; Austria,

Referencias de herbario: CO49, CO52, CO54, CO59, CO75, CO100, CO101, CO108, CO178, CO182

Nitzschia clausii Hantzsch

Lámina 39)

Las valvas son sigmoides, los márgenes son lineales en el centro y hacia los ápices son ligeramente cóncavos. Los polos son rostrados. Las valvas presentan una ligera constricción justo a la mitad de la valva. Las estrías son transversales y poco visibles. Las fíbulas son pequeñas de forma rectangular, el par central se encuentra más separado que el resto. Las valvas miden ± 50 μm de largo y ~ 7 μm de ancho.

Distribucion Geográfica: En México: Estado De México, Puebla, Morelos, CDMX, San Luis Potosí, Baja California Sur, Veracruz, Guanajuato, Michoacán. En El Mundo: India; Francia; Polonia; Perú; Islas Guadeloupe; Estados Unidos; Nueva Zelanda; Sudáfrica; España.

Referencias de herbario: CO48, CO 182, CO 240

Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow

Lámina 40)

Las valvas son rectas de forma lineal-lanceoladas, con márgenes convexos, ligeramente amplios y con ápices subcapitados, con los polos redondeados. El rafe es marginal, la distancia entre las fíbulas es irregular y estas son cortas en forma de rectángulos aplanados y de igual longitud. El nódulo central está presente. Las estrías coinciden con las fíbulas, alrededor de dos estrías por fibula. Las estrías son rectas en el centro y curvadas en los ápices. Las valvas miden de 61 a 86 μm de largo y 5 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Estado de México, Puebla, Quintana Roo, Yucatán, Morelos, CDMX, Tabasco, Tlaxcala, Michoacán, Baja California Sur, Veracruz, Guanajuato, Oaxaca. En el mundo: Alemania; Polonia; Taiwan; Cuba; Perú; Islas Guadeloupe; Reino Unido; India; Argentina; Francia;

Referencias de herbario: CO55, CO61, CO178, CO229, CO231

Nitzschia linearis Smith

Lámina 41)

Las valvas son lineares con márgenes cóncavos en el centro, los extremos están atenuados y subcapitados. El rafe es marginal, constreñido en la parte central. Las estrías transapicales poseen finas puntuaciones; fíbulas gruesas, las centrales se observan separadas. Posee rafe submarginal, curvado siguiendo la constricción en las valvas en la parte central. Las valvas miden de 60 a 150 μm de largo.

Distribucion geográfica: En México: Hidalgo, Puebla, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala, Oaxaca, Jalisco, San Luis Potosí, Quintana Roo, Yucatán, CDMX, Baja California Sur, Veracruz, Guanajuato. En el mundo: Argentina; Estados Unidos; Alemania; Polonia; Francia, Reino Unido; Irak; Suecia; Austria; Rumania; Bulgaria; Cuba; Perú; Islas Guadeloupe;

Referencias de herbario: CO48, CO55, CO61, CO73, CO90, CO87, CO231, CO233

Nitzschia palea (Kützing) Smith

Lámina 42)

Las valvas son de lineares a linear-lanceoladas, con extremos atenuados y ápices agudamente redondeados o subcapitados. Estrías transapicales poco visibles, fíbulas equidistantes, pequeñas y cuadradas. Las valvas miden de 12 a 42 μm de largo y de 3 a 4 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Morelos, Estado de México, Puebla, Veracruz, CDMX, San Luis Potosí. En el mundo: Perú; India; Brasil; Alemania; Polonia; Irak; Suecia; Rumania; Bulgaria; Cuba; Reino Unido; Estados Unidos; Japon; Francia; España;

Referencias de herbario: CO48, CO50, CO52, CO54, CO57, CO58, CO59, CO60, CO65, CO66, CO67, CO68, CO73, CO80, CO81, CO84, CO85, CO87, CO89, CO92, CO96, CO100, CO101, CO107, CO131, CO137, CO178, CO182, CO227, CO228, CO231, CO240

Orden Cocconeidales

Familia Achnanthidiaceae

Láminas 43 y 44)

Achnanthidium chlidanos (Hohn et Hellerman) Novelo, Tavera et Ibarra

Las valvas son lineares con ápices protractados con polos chatos o planos. La valva con rafe tiene estrías lineadas, paralelas a lo largo de la valva. El rafe es recto, filiforme con fisuras proximales cercanas entre si y rectas. El área central es pequeña y rectangular; el área axial es estrecha, en donde las estrías centrales se acortan un poco. La valva sin rafe es lineada, con estrías paralelas. El área axial es recta, delgada a lanceolada; el área central es indistinguible de la axial. La valva mide de 8-4 a 12.6 μm de largo.

Distribucion geográfica: En México: Quintana Roo, CDMX; Baja California Sur, Estado de México, Guanajuato, Quintana Roo, Puebla, Oaxaca. En el mundo: Belice; Jamaica.

Referencias de herbario: CO03, CO50, CO52, CO54, CO67. CO92, CO240, CO253, CO256

Achnanthidium exiguum Grunow (Czarnecki)

Láminas 45 y 46)

Las valvas son elípticas con ápices rostrados y polos redondos La valva con rafe es tiene estrías lineares y radiadas, más espaciadas al centro de la valva. El rafe es recto y filiforme con las fisuras proximales cercanas a este. Las fisuras distales del rafe son rectas. La valva sin rafe tiene estrías lineadas paralelas. Las valvas miden de 12 a 25 μm de longitud.

Distribucion geográfica: En México: CDMX En el mundo: Estados Unidos

Referencias de herbario: C50, CO54, CO67, CO75, CO80, CO85, CO87, CO100, CO101, CO240, CO262, CO263

Achanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki

Lámina 47)

Las valvas son de lineales a elípticas, con ápices redondeados a subcapitados. Posee estrías transapicales moderadamente radiadas. En la valva con rafe, el área axial es angosta, en la valva con esternón se amplía en la parte central. Esta especie se caracteriza por la forma oblonga de las valvas, con el área central no diferenciada en forma de estrella y simétrica, en cambio, posee una fascie asimétrica. Las valvas miden de 5 a 20 μm de largo y de 1.5 a 3 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Michoacán, Quintana Roo, CDMX, Veracruz, Tlaxcala, Estado de México, Baja California Sur, Tehuacán, Puebla, Oaxaca, Guanajuato.

Referencias de herbario: CO13, CO227

Lemnicola hungarica (Grunow) Round y Basson

Lámina 48)

En vista valvar, la frústula es de forma lineal-lanceolada, con los polos obtusos. En la valva con rafe, el área axial es estrecha y recta, el área central es ancha en forma de matraz Erlenmeyer, con un lado más grande que el otro y no presenta estrías en esta zona. El rafe es filiforme, los nódulos proximales son cerrados en forma de gota, los nódulos distales se curvean ligeramente en direcciones opuestas. Estrías ligeramente radiadas. La valva sin rafe presenta un pseudorafe estrecho, con algunas estrías cortas en la parte media de la valva. Aquí las estrías son lineales, ligeramente radiadas. Las valvas miden de ~40 μm de largo y ~9 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Estado de México, Guanajuato, CDMX.

Referencias de herbario: CO49, CO50, CO59, CO60, CO61, CO73, CO75, CO80, CO81, CO85, CO87, CO89, CO100, CO227

Planothidium lanceolatum (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot

Las valvas con elípticas, lineares de polos redondeados. En la valva con rafe se observan estrías lineadas, en el centro son radiales y en los extremos paralelas. El rafe es recto y filiforme, con fisuras rectas muy notorias. Area central estauroide rectangular estrecha, sobresalen dos o tres estrías marginales. En la valva sin rafe, las estrías son radiales, tanto el área central como la radial son angostas. Las valvas miden de 7 a 24 μm de largo y de 4.5 a 8 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Quintana Roo, CDMX, Estado de México, Baja California Sur, Puebla, Oaxaca.

Referencias de herbario: CO48, CO65, CO80

Platessa conspicua (Mayer) Lange-Bertalot

Lámina 49)

Las valvas son elípticas, en la hipovalva las estrias son unilateralmente interrumpidas en el centro, mientras que en la epivalva son más cortas y forman un claro pseudorafe. Las valvas miden de 8 a 14 μm de largo y de 4 a 6 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En el mundo: Estados Unidos

Referencias de herbario: CO65, CO81

Familia Cocconeidaceae

Cocconeis placentula var. lineata Ehrenberg

Láminas 50 y 51)

En vista valvar la frústula es de forma elíptica con el eje apical arqueado dorsoventralmente. La valva con rafe presenta un área axial estrecha, el área central es circular y pequeña, la forma del rafe es filiforme. Las estrias son radiadas, curvadas y no son continuas hasta el margen, presentan una interrupción hialina. La valva sin rafe presenta un área axial recta; las estrias son radiadas y curvadas, presentan una separación reducida y se acomodan longitudinalmente con una ligera ondulación, en los polos de la valva las estrias forman líneas curvadas. Las areolas son circulares cercanas al pseudorafe y conforme se van acercando al margen y a los polos, se alargan ligeramente. Las valvas miden de 26 a 48 μm de largo y de 17 a 26 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Estado de México, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala, Yucatán, Jalisco, CDMX. En el mundo: Brasil; España; Estados Unidos; Burma; Polonia; Austria; Canadá; Reino Unido; Iran; Alemania; Suecia; Rumania; Bulgaria; Cuba; Perú; Argentina, India, Holanda.

Referencias de herbario: CO03, CO04, CO38, CO49, CO52, CO53, CO56, CO60, CO61, CO62, CO63, CO65, CO66, CO67, CO68, CO69, CO70, CO73, CO75, CO80, CO86, CO87, CO89, CO99, CO100, CO103, CO16, CO107, CO108, CO109, CO178, CO182, CO183, CO184, CO231, CO235, CO240, CO245, CO249, CO253

Orden Cymbellales

Familia Cymbellaceae

Cymbella mexicana (Ehrenberg) Cleve

Lámina 52)

En vista valvar la frústula es fuertemente asimétrica en el eje apical, el margen ventral es recto con un ligero hinchamiento en el centro; el margen dorsal es cóncavo y los polos son redondeados. El área axial es amplia y algo inclinada, el área central es pequeña y elíptica. Presenta una fisura central interna evidente. El rafe es reverso-lateral, con fisuras proximales prominentes y ligeramente curvadas ventralmente, las fisuras distales se encuentran formando un ángulo de 90° dirigiéndose hacia la parte dorsal. Un estigma ligeramente ventral está localizado entre las fisuras. Las estrías son radiadas a lo largo de toda la valva, las estrías centrales se encuentran alternadas entre cortas y largas. La areolación es muy evidente. Las valvas miden de 115 a 212 μm de largo y de 11 a 69 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Guanajuato, Michoacán, Estado de México, San Luis Potosí, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Jalisco, CDMX, Baja California Sur, Veracruz. En el mundo: Estados Unidos; Guatemala;

Referencias de herbario: CO04, CO50, CO53, CO58, CO59, CO60, CO66, CO69, CO84, CO85, CO87, CO94, CO96, CO97, CO107, CO108, CO175, CO176, CO177, CO178, CO180, CO182, CO183, CO197, CO227, CO229, CO230, CO231, CO233, CO234

Cymbopleura naviculiformis (Auerswald ex Heinberg) Krammer

Lámina 53)

Las valvas son elíptico-lanceoladas y moderadamente dorsoventrales, con un margen dorsal fuertemente arqueado y un margen ventral casi plano o ligeramente convexo. Los ápices son rostrados a subcapitados. El área axial es estrechamente lanceolada y se expande gradualmente hacia un área central redondeada. El rafe es lateral y se vuelve filiforme hacia los extremos proximales, los cuales están desviados un poco hacia el margen ventral. Los extremos del rafe proximal no están expandidos y acaban en forma de ganchos pequeños. Los extremos del rafe distal están desviados dorsalmente. Las estrías son ligeramente radiadas a lo largo del lado ventral. Las valvas miden de 35 a 40 μm de largo y de 9 a 11 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Chiapas, San Luis Potosí, CDMX, Estado de México. En el mundo: Reino Unido, Argentina; Estados Unidos; Polonia; Canadá; Nepal, Japón, Java, Sumatra, Perú; Alemania; Nueva Zelanda; Sudáfrica;

Referencias de herbario: CO053, CO110, CO131, CO176, CO178

Familia Gomphonemataceae

Encyonema silesiacum (Bleisch) Mann

Lámina 54)

Posee valvas cimbeloides, con margen dorsal fuertemente curvo y el ventral recto con extremos agudos. Área axial recta y angosta y el área central no está definida. Con un rafe ventral, lateral y un estigmoide cerca de la estría central. Estrías dorsales radiales. Las valvas miden de 17 a 38 μm de largo y de 6 a 9 μm de ancho.

Distribución geográfica: En México: Quintana Roo, Veracruz, Michoacán, Estado de México, Querétaro, Tehuacán, Puebla, Oaxaca, Guanajuato, En el mundo: Belice; Jamaica.

Referencias de herbario: CO60, CO131, CO178, CO257, CO259, CO262, CO263

***Gomphoneis* sp.**

Lámina 55)

Las valvas son simétricas hacia el eje apical, posee estrías multiseriadas y pseudoseptos. Posee dos grupos internos, diferenciándose en la conformación de las estrías. Las valvas miden $\sim 30 \mu\text{m}$ de largo y 11 μm de ancho.

Referencias de herbario: CO52

Gomphonema acuminatum Ehrenberg

Lámina 56)

En vista valvar las frústulas son asimétricas en el eje transapical, presentando tres ondulaciones, en la parte apical de la valva, el nódulo central es más pequeño que el de la parte basal. El polo apical es agudo y el polo basal es redondeado. El rafe es sinuoso y tiene fisuras terminales evidentes. El área axial es estrecha y recta. El área central es pequeña e irregular, formada por una estría corta, irregular y presenta un estigma central. Las estrías son ligeramente radiadas. Las valvas miden de 19 a 77 μm de largo y de 7 a 12 μm de ancho.

Distribución geográfica: En México: Estado de México, Puebla, Morelos, Yucatán, Michoacán, Quintana Roo, Xochimilco; CDMX, San Luis Potosí, Oaxaca. En el mundo: Estados Unidos; España; Polonia; Iran; Brasil; Cuba; Europa Central; Austria; Alemania; Reino Unido.

Referencias de herbario: CO50, CO57

Gomphonema affine Kützing

Lámina 57)

Las valvas son lanceoladas con extremos agudos a obtusamente redondeados. El rafe es lateral, el área axial es moderadamente angosta. El área central es rectangular. Estrías radiales. Presenta un estigma central. Las valvas miden de 26 a 69 μm de largo y de 5 a 13 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En el mundo: Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Morelos, Chiapas, Michoacán, Quintana Roo, CDMX, Tabasco, Oaxaca, Baja California Sur, Guanajuato, Jalisco, Estado de México. En el mundo: Estados Unidos; Argentina; Guyana; Brasil; Guyana; Belice; Jamaica;

Referencias de herbario: CO51, CO53, CO57, CO61, CO87, CO110

Gomphonema gracile Ehrenberg

Lámina 60)

La valva es lanceolada-clavada con extremos agudos. El rafe es lateral, área axial estrecha y área central estrecha con un estigma central. Estrías centrales ligeramente radiadas y las terminales paralelas. Las valvas miden de 43 a 82 μm de largo y de 8 a 12 μm de ancho.

Referencias de herbario: CO51, CO60, CO65, CO70, CO80, CO182

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing

Lámina 58)

La valva tiene forma lanceolada, en vista valvar la parte basal presenta un nódulo polar. Los polos son redondeados y rostrados. El rafe es filiforme y recto. El área axial es estrecha y recta. El área central no está bien definida, pero presenta una estría central corta de un lado de la valva, del otro lado presenta tres estrías más separadas entre sí que las del resto de la valva. Las estrías son ligeramente radiadas. Presenta un poro evidente en el polo basal. Las valvas miden de 12 a 43 μm de largo y de 6 a 10 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Hidalgo, Michoacán, Estado de México, Morelos, Puebla, Jalisco, Michoacán, CDMX, San Luis Potosí, Quintana Roo, Yucatán. En el mundo: Perú; Francia; Brasil; Suecia; Polonia; Austria; Rumania; Bulgaria; Cuba; Alemania; Islas Guadeloupe; Argentina, India; Estados Unidos; Reino Unido.

Referencias de herbario: CO53, CO55, CO57, CO60, CO61, CO65, CO69

Gomphonema truncatum Ehrenberg

Lámina 59)

La valva tiene forma triondulada. El polo apical es redondeado y el polo basal es agudo. El rafe es sinuoso con fisuras proximales redondeadas y rectas. El área axial es estrecha y recta, el área central es pequeña y de forma romboidal. Las estrías son radiadas en el centro y en el polo basal, son paralelas en el polo apical. Las valvas miden de 36 a 50 μm de largo y de 8 a 13 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Hidalgo, Morelos, Puebla, CDMX; San Luis Potosí; Michoacán, Quintana Roo, Estado de México, Guanajuato, En el mundo: Estados Unidos; Brasil.

Referencias de herbario: CO54, CO60, CO75, CO84, CO97, CO104, CO137, CO181, CO183, CO240, CO245, CO248

Familia Rhoicospheniaceae

Gomhosphenia grovei (Schmidt) Lange-Bertalot

Lámina 61)

Las valvas son lineo-clavadas con un nodo polar amplio. El nódulo basal es redondo. El rafe es filiforme, recto y no alcanza el margen de ningún polo. Los dos extremos del rafe son de longitud desigual. Las estrías son cortas y están cerca del margen, pero puede haber areolas aisladas que se extienden en la amplia area axial. El nódulo basal tiene una mayor densidad de estrías cerca del término de la valva. No posee estigmas, septos o pseudoseptos. Las valvas miden de 15 a 70 μm de largo y de 8 a 11 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Puebla, Oaxaca, CDMX.

Referencias de herbario: CO50, CO58, CO66, CO80, CO84, CO86, CO89, CO97, CO100, CO104, CO105, CO109, CO131, CO137, CO181, CO182, CO183, CO197, CO240

Rhoicosphenia abbreviata Agardh

Lámina 62)

Las valvas son heteropolares, de forma clavada con los márgenes ligeramente convexos. La frústula está ligeramente doblada en vista cingular. En la valva con rafe reducido: la rama superior del rafe es más larga que la inferior, las estrías son lineares, paralelas al centro de la valva y radiadas hacia los ápices. En la valva con rafe es cóncava y tiene en

el área axial recta y estrecha. El área central es alargada longitudinalmente. El rafe es filiforme, las estrías son lineares, ligeramente radiadas en el centro de la valva y paralelas hacia los ápices. Las estrías centrales con más amplias que en los ápices. Las valvas miden de 29 a 35 μm de largo y de 7 a 9 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Puebla, Oaxaca, CDMX; Quintana Roo, Estado de México, Michoacán, Veracruz, Guanajuato. En el mundo: España.

Referencias de herbario: CO30, CO51, CO52, CO53, CO54, CO55, CO56, CO59, CO62, CO63, CO64, CO67, CO69, CO80, CO81, CO82, CO83, CO84, CO85, CO86, CO87, CO88, CO90, CO98, CO103, CO104, CO105, CO189, CO201, CO202, CO203, CO204, CO205, CO210, CO223, CO250, CO262

Orden Mastogloiales

Familia Achnanthaceae

Achnanthes inflata (Kützing) Grunow

Láminas 63 y 64)

En vista valvar, la frústula es de forma elíptica, con tres ondulaciones, polos redondeados. En la valva con rafe, el área central tiene forma estauroide hacia los márgenes y el centro es circular. La valva sin rafe tiene las estrías punteadas y paralelas en el centro mientras que las estrías de los ápices se curvan un poco; de un lado de la valva las estrías presentan una discontinuidad. Aproximadamente a un tercio del margen se ve una línea recta perpendicular a las estrías de toda la superficie de la valva que no presentan areolas. Las valvas miden de 27 a 38 μm de largo y de 11.2 a 11.6 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Puebla, Morelos, Oaxaca, San Luis Potosí, Quintana Roo, CDMX, Yucatán, Hidalgo, Veracruz, Michoacán, Querétaro, Guanajuato. En el mundo: Argentina; Polonia; Brasil; Cuba; Nepal, Filipinas, Hawaii, Estados Unidos; India, Holanda, Perú.

Referencias de herbario: CO50, CO54, CO67, CO75, CO80, CO85, CO87, CO100, CO101, CO240

Orden Naviculales

Familia Amphipleuraceae

Halamphora coffaeformis (Agardh) Kützing

Lámina 65)

En vista valvar la frústula es de forma semielíptica, con los polos subrostrados, los cuales están curvados ligeramente hacia el lado ventral. El margen ventral es recto o ligeramente cóncavo. El margen dorsal es convexo, el área axial es estrecha y recta en vista valvar, el área central no es distinguible. Las estrías dorsales son continuas y radiadas, finamente punteadas. Las estrías ventrales no son visibles. Con rafe fino y recto con fisuras distales rectas. Las valvas miden de 15 a 40 μm de largo y de 5 a 7 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Puebla, Oaxaca, CDMX.

Referencias de herbario: CO50, CO52, CO54, CO58, CO60, CO65, CO67, CO73, CO97

Halamphora montana (Krasske) Levkov

Lámina 66)

Las valvas son semi-lanceoladas, con un margen dorsal suavemente arqueado, y un margen ventral recto o ligeramente convexo. Los extremos de la valva están prolongados, ligeramente rostrados y ventralmente curvos. El rafe esta localizado cerca del centro de la valva, ligeramente arqueado con el extremo proximal del rafe desviado dorsalmente. El área axial es delgada, aunque un poco difícil de observar en el lado ventral. El área central presenta una forma estauroide engrosada que se extiende desde el margen dorsal de la valva. Una fascia central esta presente y se prolonga hasta el margen ventral de la valva. Las valvas miden de 12 a 20 μm de largo y de 3 a 5 μm de ancho.

Referencias de herbario: CO55, CO80, CO97, CO178

Halamphora veneta Kützing

Lámina 67)

En vista valvar la frústula es de forma semielíptica, con los polos ligeramente prologados, rostrados y curvos. El margen ventral es recto, mientras que el dorsal es convexo. El área axial es estrecha y recta, el área central se extiende dorsalmente, es rectangular y pequeña. El rafe es fino, recto, con las fisuras distales ventralmente curvas. Las estrías

dorsales están ligeramente radiadas. Las estrías ventrales están compuestas de una línea continua de estrías cortas cerca del margen de la valva. Las valvas miden de 10 a 40 μm de largo y de 3 a 6 μm de ancho.

Distribución geográfica: En México: Puebla, Oaxaca, CDMX.

Referencias de herbario: CO03, CO50, CO54, CO75, CO80, CO81

Familia Diadesmidaceae

Humidophila contenta (Grunow) (Lange-Bertalot y Werum) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot y Kopalová (Lámina 68)

Las valvas son lineares, con márgenes ligeramente cóncavos o convexos. El rafe es recto y simpole. Una fascia central está presente, extendiéndose desde el nódulo central hasta los márgenes de la valva. En microscopía fotónica las estrías son difíciles de apreciar. El rafe distal tiene una depresión en forma de T que es más larga bilateralmente. Las células miden de 6 a 12 μm de largo y de 2.4 a 2.6 μm de ancho.

Referencias de herbario: CO50, CO54, CO227

Familia Naviculaceae

Caloneis bacillum (Grunow) Cleve (Lámina 69)

Las valvas son de lineares a lineo-lanceoladas, con ápices redondeados. Los márgenes de la valva son rectos o ligeramente convexos en ejemplares más pequeños. El área axial es lineal y expandida hacia el centro de la valva, para formar amplia fascia transversa. La fascia es típicamente asimétrica de un lado del área axial al otro. El rafe es recto y filiforme, con extremos externos proximales dilatados. Las estrías son de paralelas a radiadas. Las valvas miden de 8 a 20 μm de largo y 3 μm de ancho.

Distribución geográfica: En México: Estado de México, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Quintana Roo, CDMX, Michoacán, Baja California Sur, Guanajuato, Oaxaca. En el mundo: Polonia; Argentina, India, Holanda, Perú; Islas Guadalupe; Nueva Zelanda; Sudáfrica; Reino Unido; Francia; Estados Unidos; Cuba;

Referencias de herbario: CO57, CO58, CO61, CO73, CO249

***Gyrosigma* sp.**

Lámina 70)

Sus valvas tiene bordes sigmoides, el área axial es delgada y posee un rafe sigmoide. Las estrías son areolas puntuadas y forman filas que son perpendiculares y paralelas al eje apical y transapical. Las valvas miden ~ de 30 µm de largo y ~9 µm de ancho.

Referencias de herbario: CO49

Navicula capitatoradiata Germain

Lámina 71)

Las valvas son lanceoladas a elíptico-lanceoladas, extremos rostrado-capitados a capitados. Rafe filiforme, área axial angosta; área central pequeña formada por el acortamiento irregular de las estrías centrales. Estrías radiales en el centro y convergentes en los polos. Las valvas miden de 30 a 37 µm de largo y de 7 a 9 µm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí, CDMX, Estado de México, Guanajuato.

Referencias de herbario: CO49, CO52, CO53, CO87, CO89, CO137, CO267

Navicula cryptotenella Lange-Bertalot

Lámina 72)

Las valvas son lanceoladas, con extremos agudamente redondeados. El rafe es filiforme. El área axial es linear y angosta, la central es muy angosta, delimitada por estrías centrales pequeñas las cuales son convergentes en los extremos. Tiene estrías radiales en el centro, de las cuales, dos o tres estrías son más cortas y desiguales; se hacen convergentes en los extremos. Las valvas miden de 17 a 35 µm de diámetro y de 5 a 7 µm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Puebla, San Luis Potosí, Quintana Roo, Yucatán, Quintana Roo, CDMX, Tlaxcala, Michoacán, Oaxaca, Baja California Sur, Estado de México, Guanajuato, Morelos, En el mundo: Belice; Jamaica; Estados Unidos, Cuba.

Referencias de herbario: CO053, CO59, CO67, CO75, CO80, CO89, CO97, CO181, CO240, CO267

Navicula radiosa Kützing

Lámina 73)

La valva es de forma lanceolada y estrecha, los márgenes son ligeramente convexos. Los ápices son alargados y los polos redondeados. El rafe es filiforme, ligeramente

alargado en el centro, las fisuras proximales son en forma de gota. El área axial es muy estrecha, el área central es usualmente rómbica, ligeramente asimétrica. El nódulo central parece estar más engrosado de un lado. Las estrías son radiales en el centro de la valva y convergentes en los ápices. La areolación es muy fina. Las valvas miden de 52 a 105 μm de diámetro y de 8 a 11 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Michoacán, Estado de México, San Luis Potosí, Oaxaca, Puebla, Jalisco, CDMX, Quintana Roo, Yucatán, En el mundo: España; Argentina; Estados Unidos; Brasil; Polonia; Canadá; Alemania; Ghana; Perú; Austria; Cuba; Reino Unido;

Referencias de herbario: CO049, CO54, CO60, CO65, CO66, CO68, CO96, CO250

Familia Pinnulariaceae

Pinnularia acrosphaeria Smith

Lámina 74)

La valva es de forma lineal, con los polos redondeados. El área axial es amplia y recta, extendiéndose aproximadamente hasta la mitad longitudinal de la valva. El área central es ligeramente redondeada de un lado y recta del lado opuesto. El rafe es recto y ligeramente lateral, con las fisuras proximales en forma de gota, con un ligero desnivel. Las fisuras distales tienen forma de signo de interrogación. Las estrías son estrechas y cortas, ligeramente radiadas en el centro de la valva y hacia los ápices se acomodan paralelamente. Las valvas miden de 52 a 82 μm de largo y de 9 a 12 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Estado de México, Michoacán, Quintana Roo, CDMX, Tabasco, Oaxaca, Puebla, Guanajuato, En el mundo: Estados Unidos; Brasil; Cuba; Perú; Alemania; Islas Guadeloupe; Belice; Jamaica; Sudáfrica.

Referencias de herbario: CO050, CO68, CO81, CO183, CO235, CO241, CO268

Pinnularia tropica Hustedt

Lámina 75)

Valvas lineares, con márgenes rectos, ápices no alargadas y polos redondos. Área axial recta que se extiende a un tercio del ancho de la valva. Área central redonda que se diferencia del área axial. Rafe sinuoso y ampliamente lateral, con tiene fisuras proximales y distales cercanas a este, caracterizadas por tener una forma semejante a la de un signo de interrogación. Estrías finas y delgadas radian del centro de la valva, paralelas y

ligeramente convergentes hacia los extremos. Las valvas miden ~80 μm de largo y ~12 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Estado de México, CDMX, Michoacán. En el mundo: Japon; Argentina; Estados Unidos; Alemania; Kenia.

Referencias de herbario: CO09, CO80, CO97, CO267, CO268

Familia Sellaphoraceae

Sellaphora laevissima (Kützing) Mann

Lámina 76)

Las valvas son lineares, con márgenes paralelos o ligeramente convexos, con ápices ampliamente redondeados. El área axial es muy estrecha, recta y se amplía para formar un área central extendida con estrías cortas en ambos lados del área central. El rafe es filiforme, lateral en la sección media de las ramas, con extremos proximales externos dilatados. El área terminal es delimitada por estrías en forma de "T". Las estrías son radiadas, con los extremos que bordean el área axial más oscuros, cubiertos por el conopeo. Las valvas miden de 20 a 48 μm de largo y de 7 a 10 μm de ancho.

Distribucion geográfica: Quintana Roo, CDMX, Tlaxcala, Puebla, Estado de México, Puebla, Guanajuato, En el mundo: Belice; Jamaica.

Referencias de herbario: CO57, CO80, CO97, CO178, CO183, CO229, CO249, CO254, CO255, CO263, CO267, CO268

Sellaphora pupula (Kützing) Mereschkovsky

Lámina 77)

Las valvas son de forma lineal, con márgenes ligeramente convexos o rectos, los ápices son ligeramente capitados y los polos son redondeados. El rafe es filiforme, con las fisuras proximales y distales rectas. El área axial es estrecha y recta, el área central es ligeramente más amplia que la axial, es recta pero se distingue poco de la axial. Las estrías son radiadas, todas presentan la misma anchura. El área central presenta estrías en los márgenes, las cuales son rectas de tamaño irregular y tienen más espacio entre ellas en relación con el resto de las estrías de la valva. Las valvas miden de 12 a 20 μm de largo y de 4 a 7 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Michoacán, Quintana Roo, CDMX, Tabasco, Tlaxcala, Estado de México, Baja California Sur, Guanajuato, Puebla, Oaxaca. En el mundo: Belice; Jamaica.

Referencias de herbario: CO57, CO66, CO85, CO89, CO100, CO101, CO232, CO235, CO249, CO257

Familia Stauroneidaceae

Craticula cuspidata (Kützing) Mann

Lámina 78)

En vista valvar la frústula es de forma lanceolada, con ápices ligeramente rostrados y polos redondeados. Los márgenes son convexos. El área axial es recta y estrecha, el área central es recta y un poco amplia. El rafe es recto y filiforme, las fisuras terminales del rafe son rectas. El nódulo central es pequeño. Las estrías son paralelas a lo largo de toda la valva. Las areolas se encuentran longitudinalmente alineadas, formando un ángulo de 90° en el cruce de las estrías. Las valvas miden de 100 a 144 µm de largo y de 23 a 28 µm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Quintana Roo, CDMX, Tlaxcala, Veracruz, Baja California Sur, Puebla, Oaxaca, Estado de México, Guanajuato. En el mundo: Belice; Jamaica; Brasil.

Referencias de herbario: CO59, CO113, CO114, CO178. CO249

Orden Surirellales

Familia Surirellaceae

***Campylodiscus* sp.**

Lámina 79)

Sus frústulas poseen una estructura tridimensional complicada, asemejando una silla de montar. Como miembro de la familia Surirellaceae, su rafe se extiende por el borde de la valva. Las valvas miden ~ 100 µm de largo.

Referencias de herbario: CO66

Surirella brebisonii Krammer et Lange-Bertalot

Lámina 80)

La valva es ligeramente heteropolar, de forma ovalada con un polo redondo y el otro agudo. El área axial no está definida y el área central tiene forma ovalada. La valva presenta una diferenciación entre las pseudofíbulas y las estrías centrales, lo que permite diferenciar dos zonas muy marcadas. Las valvas miden de 36 a 43 µm de largo y de 21 a 24 µm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Puebla, Oaxaca, Michoacán, Quintana Roo, CDMX, Morelos, Baja California Sur, Guanajuato.

Referencias de herbario: CO48, CO81, CO89, CO100, CO113, CO196, CO242

Orden Thalassiophysales

Familia Catenulaceae

Amphora comutata Grunow

Lámina 81)

Las valvas son cóncavas y redondeadas en los extremos, al área central presenta una areolas bien marcadas, que pueden parecer una serie de puntos pertenecientes a la estriación de la valva, apartada del rafe. La rectitud de la línea, y la confusión que ocasiona la aerolacion, ocasiona problemas al identificar esta especie. El rafe fuertemente arqueado, la parte central del rafe esta curvada hacia adentro de la valva. Las valvas miden de 40 a 80 μm de largo y de 18 a 30 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: CDMX. En el mundo: España.

Referencias de herbario: CO52, CO55, CO65, CO66, CO87, CO89, CO92, CO131, CO137, CO183

Amphora copulata (Kützing) Schoemann

Lámina 82)

En vista valvar la frústula es de forma semielipitica, sin prolongaciones, con los polos rectos y ligeramente rostrados. El margen ventral es recto y el margen dorsal es convexo. Las áreas central y axial son estrechas, poco reconocibles. Las estrías dorsales son lineales, interrumpidas en la parte central, las estrías centrales son regularmente cortas, formando un rectángulo. Las estrías ventrales son radiadas y lineales. Las valvas miden de $\sim 45 \mu\text{m}$ de largo y de $\sim 7.5 \mu\text{m}$ de ancho.

Distribucion geográfica: En México: San Luis Potosí, Yucatán, Quintana Roo, CDMX, Morelos, Baja California Sur, Estado de México, Guanajuato. En el mundo: Belice; Jamaica; Argentina, Holanda.

Referencias de herbario: CO52, CO54, CO55, CO59, CO61, CO70, CO131

Amphora pediculus (Kützing) Kützing

Lámina 83)

Las valvas son semicirculares, de extremos redondeados. Margen ventral recto, con rafe recto y área axial muy estrecha. Posee estrías paralelas punteadas, interrumpidas en la parte central, formando un área cuadrangular. Se caracteriza por su reducido tamaño y

estrías reducidas en la región central de la valva, tanto en el lado dorsal como en el ventral. Las valvas miden de 6 a 16 μm de largo y de 2.5 a 4 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Puebla, San Luis Potosí, Quintana Roo, Baja California Sur, Michoacán, Oaxaca, Guanajuato. En el mundo: España; Alemania; Estados Unidos, India, Francia, Holanda.

Referencias de herbario: CO54, CO55, CO58, CO61, CO100

Clase Coscinodiscophyceae

Orden Aulacoseirales

Familia Aulacoseiraceae

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simosen Lámina 84)

Valvas cilíndricas que forman filamentos rectos o curvos. En el manto presentan de 4-8 espinas marginales que permiten la unión entre valvas. Posee una areolación gruesa, con estrías ligeramente helicoidales. Se reconoce fácilmente por la presencia de una o dos largas espinas en el margen valvar, que se insertan en una depresión equivalente en la valva contigua. Las valvas miden de 4 a 17 μm de largo y de 4 a 20 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Puebla, Veracruz, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Michoacán, Quintana Roo, CDMX. Tabasco, Tlaxcala, Morelos, Guanajuato. En el mundo: Argentina; Alemania.

Referencias de herbario: CO82, CO84, CO86, CO87, CO99, CO100, CO105, CO131, CO137, CO175, CO176, CO180, CO183, CO184, CO235, CO236, CO237, CO240, CO241, CO249, CO250, CO254, CO255, CO256, CO260, CO261, CO262, CO263

Orden Biddulphiales

Familia Biddulphiaceae

Terpsinoë música Ehrenberg Lámina 85)

Las valvas están fuertemente silicificadas y son trionduladas en vista valvar, con tres inflaciones que son casi iguales en anchura. El número de inflaciones disminuye con el tamaño de la valva. Las costas internas están presentes entre cada inflación y cerca de los ápices de las valvas. Los ápices de las valvas son rostrados y poseen pseudocelos con poros finos ordenados en filas orientadas apicalmente. La superficie externa de las

valvas está cubiertas por márgenes de forma irregulares con areolas gruesas y separadas entre sí. La parte central de la valva contiene una sola rimoportula, posicionada hacia el borde de la valva. Las valvas miden de 56 a 133 μm de largo y de 32 a 44 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Hidalgo, Puebla, Morelos, Yucatán, Oaxaca, San Luis Potosí, Quintana Roo, Michoacán, CDMX, Baja California Sur, Veracruz, Querétaro, En el mundo: Estados Unidos; Cuba; Brasil; Java; Islas Guadeloupe; Estados Unidos; Bermudas, Martinica, Jamaica, Argentina, Java, Luzon, Hawaii.

Referencias de herbario: CO69

Orden Fragilariales

Familia Fragilariaceae

Fragilaria capucina Desmazières

Lámina 86)

Las valvas son lanceoladas amplias, con ápices subcapitados, sin rafe. El área central descansa hacia un costado y la axial es lanceolada. Las estrías de la parte central y el apice son ligeramente paralelas. Las células se disponen en filamentos cortos o racimos. Las valvas miden de 12 a 30 μm de largo y de 3 a 5 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Jalisco, CDMX, Yucatán, Michoacán, Veracruz, Estado de México, Tlaxcala, Guanajuato, Querétaro, Puebla. En el mundo: Suecia; Austria; Rumania; Bulgaria; Perú; Canadá; Islas Guadeloupe; Estados Unidos; Nepal, Japon, Afganistan, Groenlandia; Alemania; Polonia; Ghana

Referencias de herbario: CO57, CO66, CO87, CO89, CO96, CO109, CO113, CO131, CO197, CO219, CO220, CO232

Staurosira construens Eherenberg

Lámina 87)

Las valvas son ovals, elípticas, cruciformes o triangulares, cuyos extremos están en forma de pera, abultadas en su porción media. Carece de rafe y de área central; el área axial es amplia y lanceolada. Las estrías son paralelas. Son células solitarias o formando filamentos rectos adheridos a un sustrato. Las valvas miden de 7 a 16 μm de largo y de 4 a 9 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Hidalgo, Michoacán, Tlaxcala, Jalisco, San Luis Potosí, Veracruz, CDMX, Estado de México, Tabasco, Guanajuato, Morelos. En el mundo: España; Alemania; Brasil; Canadá; Nueva Zelanda; Estados Unidos; Reino Unido; Francia, Holanda.

Referencias de herbario: CO38, CO057, CO97, CO137, CO220

Staurosirella pinnata (Ehrenberg) Williams et Round Lámina 88)

En vista valvar la frústula tiene forma romboide, los ejes apicales y transapicales son simétricos, los ápices de la valva son redondeados. Presenta un pseudorafe estrecho. Los márgenes de la valva se extienden en el centro. El área central no se distingue y el área axial es muy estrecha. Las estrías son gruesas y visibles a lo largo de la valva, son regulares y tienen una disposición radiada. Las valvas miden de 4 a 10 μm de largo y de 3 a 4 μm de ancho.

Distribucion geográfica: En México: Quintana Roo, CDMX, Michoacán, Estado de México. En el mundo: Belice; Jamaica;

Referencias de herbario: CO57, CO97, CO137, CO220

Orden Licmophorales

Familia Ulnariaceae

Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère Lámina 89)

Las valvas son de forma alargada y lineal, con el eje apical recto; los apices de la valva son alargados y rostrados, los polos son redondos. El área central es rectangular con una o dos estrías más pequeñas que el resto, ubicadas en cada vértice del área central, el área axial es estrecha. Presenta un poro apical evidente. El arreglo de las estrías es lineal y regular. Las valvas miden de 40 a 181 μm de largo y de 4 a 9 μm de ancho.

Distribucion geográfica: Quintana Roo, CDMX, Estado de México, Oaxaca, Baja California Sur, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Puebla.

Referencias de herbario: CO38, CO39, CO40, CO41, CO42, CO43, CO44, CO45, CO46, CO47, CO48, CO49, CO53, CO54, CO55, CO56, CO57, CO58, CO59, CO63, CO64, CO65, CO66, CO67, CO68, CO69, CO70, CO75, CO77, CO97, CO178, CO229, CO233, CO237

Orden Melosirales

Familia Melosiraceae

Melosira varians Agardh

Lámina 90)

Las valvas son cilíndricas, formando cadenas entre sí. Las valvas son ligeramente convexas, cubiertas con pequeñas espinas. El manto está cubierto por gránulos pequeños. Hay numerosas rimopórtulas esparcidas por toda la valva y el manto, y una hilera de rimopórtulas se encuentra en el margen del manto. Las valvas miden de ~20 µm de largo y de ~9 µm de ancho en vista cingular y ~15 µm de diámetro en vista valvar.

Distribucion geográfica: En México: Estado de México, Puebla, CDMX, Quintana Roo, Tabasco, Veracru., En el mundo: Francia; España; Argentina; Estados Unidos; Canadá; Irak; Polonia; Brasil; Austria; Perú; Alemania; Islas Guadeloupe; Reino Unido.

Referencias de herbario: CO48, CO50, CO54, CO59, CO60, CO66, CO90. CO137, CO175

Orden Tabellariales

Familia Tabellariaceae

Meridion sp.

Lámina 91)

Morfología: Las frústulas de *Meridion* tienen forma de bastos en vista valvar y forma de cuña en vista cingular. Hay septos y presenta un cuerpo poroso en un extremo. Se unen para formar colonias en forma de abanico. Las células miden ~40 µm de largo y ~13 µm de ancho

Referencias de herbario: CO80, CO96, CO97

Orden Thalassiosirales

Familia Stephanodiscaceae

Cyclotella meneghiniana Kützinger

Lámina 92)

En vista valvar la frústula es de forma circular, con espinas muy marcadas en posición parietal. La valva presenta una marcada diferenciación entre las espinas parietales y la parte central de la valva, por lo que se pueden diferenciar dos zonas. Presenta cuatro fultopórtulas en la parte central de la valva, generalmente se encuentran tres juntas y

una aislada en el lado opuesto. Las estrías son marginales y se dirigen al centro de la valva. Las areolas no son evidentes. Las valvas miden de 5 a 19 μm de diámetro.

Distribucion geográfica: En México: Hidalgo, Michoacán, San Luis Potosí, Morelos, Yucatán, Puebla, Jalisco, Michoacán, Quintana Roo, CDMX. En el mundo: Brasil; España; Cuba; Argentina; Polonia; Iran; Perú; Austria; Cuba; Brasil, India, Francia, Inglaterra, España, Holanda, Estados Unidos; Reino Unido.

Referencias de herbario: CO52, CO55, CO73, CO75, CO77, CO97, CO100, CO101

Clase Synurophyceae

Orden Sinurales

Familia Synuraceae

Synura sp.

Lámina 93)

Algas coloniales, con dos flagelos desiguales insertados entre las células. Las células suelen estar cubiertas de escamas de sílice, típicamente muy ornamentadas, y miden ~ 20 μm de diámetro.

Referencias de herbario: CO50

Clase Xanthophyceae

Orden Tribonematales

Familia Tribonemataceae

Tribonema sp.

Lámina 94)

Las células son cilíndricas o en forma de barril, más largas que anchas y forman filamentos sin ramificaciones. Las paredes de los filamentos forman una línea de segmentos con forma de "H". Las células miden ~ 40 μm de largo y ~ 8 μm de ancho.

Referencias de herbario: CO251, CO255, CO256

DISCUSIÓN

De la riqueza encontrada en los cuerpos de agua de la Cantera Oriente, se identificaron 131 especies, un número elevado en comparación con otros cuerpos de agua urbanos en la Ciudad de México, como los estudios de Rodríguez-Flores (2014) y López-Mendoza (2014), que hallaron 76 y 47 especies en diferentes localidades de los canales de Xochimilco. Esto puede deberse a la calidad de agua, como sugiere Álvarez-Cobelas y Jacobsen (1992), que al incrementar la trofía del agua, disminuye la diversidad algal. Las condiciones de la Cantera Oriente se encuentran en los límites de la mesotrofía, en contraste con las condiciones eutróficas reportadas en los canales de Xochimilco. Las condiciones tan únicas presentes en los cuerpos de agua de la Cantera Oriente los separan de los demás cuerpos de agua de todo el Valle de México, tanto por las condiciones tróficas como por su ubicación tan peculiar

En cuanto a los factores fisicoquímicos podemos observar un incremento de la temperatura de un año al otro, manteniendo valores más altos en los cuerpos de agua lénticos, como es de esperarse por la falta de movimiento en estos ambientes. En cuanto a los valores de pH, hay un incremento en la época de secas en ambos ambientes siendo mayor en el riachuelo, pero esto se puede explicar considerando que en la época de secas el agua se estanca, anulando por completo el movimiento. Para los factores químicos se pudo separar la época de secas en secas frías y secas cálidas, ya que se tuvo la oportunidad de realizar los análisis químicos en ambas temporadas. En cuanto a los nitratos en los ambientes lóticos se registró un incremento en la época de secas frías disminuyendo hacia la época de lluvias 2007 a diferencia del ambiente lótico el cual se observa un comportamiento inverso disminuyendo el valor en la época de secas frías e incrementando en sacas cálidas aunque vuelve a disminuir un poco en lluvias de 2007. Los nitritos presentaron un comportamiento similar en ambos ambientes reportándose los valores más altos en la época de secas frías, aún así los valores de nitritos fueron mas altos en los ambientes lénticos. Los valores de fósforo total se mantuvieron casi constantes, sólo con un ligero aumento en la época de secas cálidas en los ambientes lénticos y una ligera disminución en el ambiente lótico en la misma época. El sílice fue

disminuyendo de la época de lluvia de 2006 a la época de lluvia 2007 y esto se puede correlacionar con el incremento de la riqueza de diatomeas sobre todo en el ambiente lótico. La dureza CaCO_3 tuvo un comportamiento semejante en ambos ambientes, presentando los valores mas elevados durante la época de secas cálidas y manteniendo valores bajos en las épocas de lluvia. Asimismo, la dureza MgCO_3 , presentó los valores más altos durante la época de lluvias de 2006, disminuyendo en ambas épocas de secas y volviendo a incrementarse en la época de lluvias de 2007.

Los patrones encontrados en la química del agua pueden deberse a que la época de lluvias de 2006 no fue tan intensa, manteniéndose la integridad de cada uno de los lagos, es decir no hubo mezcla entre los cuerpos de agua a diferencia de la época de lluvias de 2007, la cual fue tan intensa que se inundaron los caminos que separan los lagos, provocando la comunicación entre los diferentes lagos. De igual manera el aporte de agua por parte de los manantiales en el ambiente lótico, se incrementó durante la época de lluvias de 2007, provocando desbordamiento en algunas zonas.

Es muy probable que este motivo haya sido uno de las principales causas de la variación en cuanto a las riquezas de las especies y los valores fisicoquímicos obtenidos, durante las épocas muestreadas en el presente estudio.

Por otra parte, se sabe que muchas especies tienen preferencias ambientales, es decir, hay especies que prefieren los ambientes oligotróficos, característicos de aguas más limpias y otras los ambientes eutróficos, agua con altos contenidos de nutrientes y contaminantes. En el presente este estudio, se reportan especies con amplias preferencias ambientales e incluso algunas especies consideradas como indicadores de contaminación ambiental, como lo son *Cocconeis placentula* y *Nitzschia amphibia* (Lee, 2006) fueron halladas en gran abundancia en ambientes lénticos. Esto podría indicarnos que el aporte de aguas residuales por parte del club Universidad tiene un impacto negativo sobre la calidad del agua.

De los resultados obtenidos en los cuerpos de agua lénticos , podemos observar una variación en cuanto al número de especies presentes en las diferentes épocas del año e incluso entre las mismas épocas de lluvia en diferentes años, como se puede apreciar con las especies de la División Cyanophyta, quienes presentaron un mayor número de especies en la época de lluvias de 2006, disminuyendo considerablemente en la época de secas 2006-2007 y en lluvias de 2007 se mantuvo baja la riqueza de especies, sólo presentó un ligero aumento en comparación con la época de secas. Las Bacilariophyceae, al contrario, presentaron un menor número de especies en la época de lluvias del 2006 incrementándose considerablemente en la época de secas 2006-2007, sin embargo disminuyó poco en la siguiente época de lluvias 2007, en cuanto al número de especies encontradas. Chlorophyta mostró un valor alto en la época de lluvias 2006 disminuyendo ligeramente en la época de secas, sin embargo el número se incrementó en la época de lluvias de 2007. Euglenophyta se presentó en mayor número en la época de lluvias de 2006, disminuyendo en la época de secas y no se encontró registro en las muestras de la época de lluvias de 2007, es probable que se esté subestimando este dato, dada la susceptibilidad de estas a cambiar su forma con cambios en las condiciones ambientales, lo que hace muy complicada su determinación. Xanthophyceae solo se presentó en la época de lluvias del 2007.

En cuanto a los cuerpo de agua lótica, el numero de especies presentes también varió a lo largo de las épocas del año con una disminución de especies de Cyanophyta en la época de lluvias del 2006 a la misma época en 2007, a diferencia de las especies de Chlorophyta que mostraron un incremento a lo largo del año, aparece una Xanthophyceae en la época de lluvias de 2007. En cuanto a las especies de la Clase Bacillariophyceae, fueron las que mayor riqueza mostraron en el ambiente lótico, presentando mas de 45 especies en la época de secas 2006-2007 y mantuvieron valores altos en general durante el año de estudio.

La riqueza encontrada durante los primeros 3 meses de colecta que corresponden a la época de lluvias del 2006, reportados por Novelo y colaboradores en el 2007, presento el valor más alto, en comparación con las riquezas obtenidas en las posteriores

épocas, el cual fue de aproximadamente un 16% menor en el valor de la riqueza. Esto se puede deber a que se registró un mayor número de especies de Cyanophyta en los lagos, 18 especies que no se volvieron a encontrar en las otras épocas de colecta, así como 5 especies de diatomeas en la misma situación, esto se puede deber a lo antes mencionado, fue un año con poca mezcla de agua. No obstante hubo el registro de 19 especies nuevas durante las otras épocas del año tanto en secas 2006-2007, como en lluvias de 2007.

Tabla 3. Diferencias en registros ficológicos comparado con Novelo *et al.*, 2007

Especies registradas en Novelo <i>et al.</i> (2007)	Nuevos registros	Géneros compartidos con especies diferentes
<i>Asterocapsa</i> sp.	<i>Leptolyngbya tenuis</i>	<i>Microcystis</i>
<i>Chamaesiphon incrustans</i>	<i>Aphanothece elabens</i>	<i>Cylindrospermum</i>
<i>Chlorogloea</i> sp.	<i>Arhtospira</i> sp.	<i>Caloneis</i>
<i>Cylindrospermum majus</i>	<i>Planktothrix agardhii</i>	<i>Gomphonema</i>
<i>Gloeocapsosis</i> sp.	<i>Campylodiscus</i> sp	<i>Navicula</i>
<i>Jaaginema subtilissimum</i>	<i>Cymbopleura naviculiformis</i>	<i>Eutetramorus</i>
<i>Myxosarcina</i> sp.	<i>Encyonema silesiacum</i>	<i>Euglena</i>
<i>Xenococcus</i> sp.	<i>Gomphoneis</i>	
<i>Denticula kuetzingii</i>	<i>Gomphosphenia grovei</i>	
<i>Diatoma moniliformis</i>	<i>Halamphora montana</i>	
<i>Eunotia</i> sp.	<i>Humidophila contenta</i>	
<i>Frustulia vulgaris</i>	<i>Gyrosigma</i> sp.	
<i>Rhopalodia gibberula</i>	<i>Fragilaria capucina/construens</i>	
<i>Tryblionella debilis/hungarica</i>	<i>Staurosirella pinnata</i>	
<i>Chaetospheridium globosum</i>	<i>Meridion</i> sp.	
<i>Coccomonas</i> sp.	<i>Cosmarium pseudopyramidatum</i>	
<i>Entocladia</i> sp.	<i>Kirchneriella</i> sp.	
<i>Pandorina morum</i>	<i>Synura</i> sp.	
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	<i>Synura</i> sp.	
<i>Sphaerellopsis gloeosphaera</i>		
<i>Ulothrix tenerrima</i>		
<i>Trachelomonas allia</i>		

Es importante mencionar que, la ficoflora de la Cantera Oriente presenta muchas características interesantes, ya que presenta especies de afinidades ecológicas amplias, con especies características de ambientes oligotróficos como *Synura* sp y otras de ambientes eutróficos como *Cocconeis placentula*. . Aquí se reportan varias especies con distribuciones mundiales pero restringidas con el tipo de ambiente en el que pueden habitar y otras con capacidad de resistir ambientes inestables, lo que es evidencia de la gran cantidad de microambientes presentes en la cantera.

Se considera importante continuar con estudios sobre la ficoflora de la Cantera Oriente, sobre todo para poder conocer los cambios que van surgiendo a lo largo de los tiempos.

CONCLUSIONES

-Se identificaron un total de 97 especies en la Cantera Oriente, aportando un total de 21 nuevos registros a la flora previamente reportada para la localidad.

-En respecto a la química del agua, los cuerpos de agua de la Cantera Oriente se encuentran en los límites de la mesotrofia, como Novelo (2007) lo describe.

-En cuanto a la variación temporal de la ficoflora, sólo Cyanophyta presentó variación considerable a lo largo del tiempo, al presentarse constantemente en los primeros meses de estudio. La riqueza de especies de los demás grupos de mantuvo relativamente constante a lo largo del año.

-El presente estudio servirá como punto de partida para los futuros estudios en la Cantera Oriente, los resultados obtenidos servirán como referencia importante sobre el listado florístico, la riqueza de especies y datos fisicoquímicos, presentes en el periodo 2006-2007.

-Se debe continuar con los estudios ambientales, especialmente enfocados en los factores fisicoquímicos que nos permitirán reconocer si se están eutrofizando los cuerpos de agua de la Cantera Oriente.

-Y por último es necesario considerar y resaltar que la Cantera Oriente es un lugar de gran importancia debido a su ubicación y a su naturaleza. Es necesario que se impulse la investigación en lugares que pertenecen a reservas ecológicas, como lo es, la “Cantera Oriente”, componente importante de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Álvarez-Cobelas, M. & B. A. Jacobsen. 1992. Hypertrophic phyto-plankton: an overview. *Freshwater Forum*2: 184-199.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification systems of cyanophytes.3 - Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. suppl. /Algol. Stud.* 50-53: 327-472.
- Ávila Nava, J. 1985. *Ficoflora manifiesta del suelo del Valle de Tehuacán, Puebla*. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ávila Nava, J. 1989. *Ficoflora potencial de suelo húmedo del Valle de Tehuacán, Puebla*. 1-93. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cantoral Uriza, E. A. 1990. *Ficoflora de ambientes lénticos de la localidad El Salto en la región de la Huasteca Potosina*. 1-139. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cantoral Uriza, E. A. 1993. . *Ecología de comunidades algales del Sistema Hidrológico El Salto, en la Huasteca Potosina*. 1-97. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cantoral Uriza, E. 1997. *Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes lóticos en la cuenca baja de la Huasteca Potosina*. 1-201. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cantoral Uriza, E.A. & Montejano Zurita, G. 1993. Las algas de El Salto, San Luis Potosi, Mexico: Un ejemplo de estudios florísticos en ambientes cambiantes. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 3-20.
- Carmona Jiménez, J. 1993. *Taxonomía del género Audouinella Bory, 1823 (Acrochaetiales, Rhodophyta) en la cuenca baja del río Pánuco, México*. 1-90 + xxx lams + 15 cuadros. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Carmona-Jiménez Javier. 1997. *Estudio florístico (taxonómico-ecológico-biogeográfico) de las rodofitas de agua dulce en la región central de México*. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carmona-Jiménez, J. 1990. *Ficoflora de manantiales de la Huasteca Potosina*. 1990. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Comas, A. 2009. Catálogo de las algas y cianoprocariontes dulceacuicolas de Cuba. Ed. Universo Sur, Univ. Cienfuegos, 147 pp.
- Cuesta-Zarco, I. J. 1993. *Ecología de la ficoflora de los manantiales de San Lorenzo, Tehuacán, Puebla*. 1-119. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Dillard, G. 2003. Freshwater algae of the southeastern United States. Part 4. Chlorophyceae: Zygnematales: Desmidiaceae (Section 2). *Bibliotheca Phycologica*, Band 89. 206 pp.
- Elosegui A. & Sabater, S. 2009. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. 1ª edición. Fundacion BBVA. 71-84pp.
- Ettl, H. 1978. *Xanthophyceae*. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 3:1. pp. [i]-xiv, [1]-530. Stuttgart: Gustav Fischer.
- Ettl, H & Gärtner, G. 1988. Chlorophyta II. Tetrasporales, Chroococcales, Gloeodendrales. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- García Meza, J. V. 1997. *Diatomeas de una zona de jales mineros de Guanajuato*. 1-96. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Barrera, A. 1991. Contribucion al estudio ficológico estacional de la Launa de Thila y Canales adyacentes, Xochimilco, México D.F. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-González, J. 1987. Las algas de México. *Ciencias* 9:16-25.
- González-González, J. &Novelo, E. 1986. Algas. In: Lot,A. & Chiang, F. (eds.), *Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos.*, pp. 47-54. Consejo Nacional de Flora de México, México.

- Hoek, C.v.d., Mann, D.G. & Jahns, H.M. 1995. *Algae: An introduction to Phycology*. Trans. by D. Mann. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ibarra Vázquez, C. 1992. *Flora diatomológica de la localidad de Texcala, Tehuacán, Puebla*. 1-80. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Johnson, T., Hermann, K., Spaulding, S., Beyea, B., Theel, C., Sada, R., Bollman, W., Bowman, J., Larsen, A., Vining, K., Ostermiller, J., Petersen, D. Hargett, E. and Zumberge, J. (2009). An ecological assessment of USEPA Region 8 streams and rivers. U.S. Environmental Protection Agency Region 8 Report, 178 p.
- Karsten, U., Bischof, K., Hanelt, D., Tug, H., and Wiencke, C. 1999. The effect of ultraviolet radiation on photosynthesis and ultraviolet absorbing substances in the endemic Artic macroalgae Devulareamentacea (Rhodophyta). *Physiol. Plantarum*. 105:58-66
- Kadlubowska, J. Z. 1984. Chlorophyta VIII. Conjugatophyceae I. Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H.; Mollenhauer, D. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Kociolek, J.P. (2005). A checklist and preliminary bibliography of the Recent, freshwater diatoms of inland environments of the continental United States. *Proceedings of the California Academy of Sciences. Fourth Series* 56(27): 395-525.
- Komárek J. & Komárková-Legnerová J. 2002: Contribution to the knowledge of natural populations of planktic cyanoprokaryotes from central Mexico. – *Preslia* 74: 207–233.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1986. *Modern approach to the classification systems of cyanophytes. 2 - Chroococcales*. *Arch. Hydrobiol. suppl. /Algol. Stud.* 43: 157-226.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1989. *Modern approach to the classification systems of cyanophytes. 4 - Nostocales*. *Arch. Hydrobiol. suppl. /Algol. Stud.* 56: 247-345.
- Komárek, J. Anagnostidis, K. 1998. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Eds), In: *Süßwasserflora von mitteleuropa*, 19/1. Fischer Verlag, Stuttgart. 549 pp.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. Band 2/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

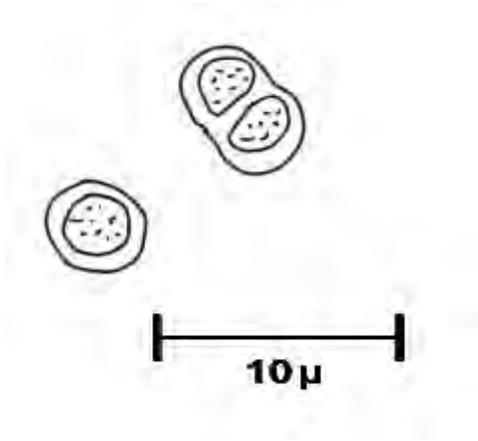
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Band 2/2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae. Teil 4. Achnanthaceae, Kristiche Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H.; Mollenhauer, D. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Lee, R.E (2008). *Phycology*, 4a edición, Cambridge University Press, Estados Unidos.
- López de Juambelz, R. 2004. *Taludes: aspectos formales y técnicos*, Tesis de Maestría de la Facultad de Arquitectura, UNAM, 224p.
- Lunning, K. 1990. *Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology*. John Wiley & Sons, Inc. New York. Pp 337-364
- Margain Hernández, R. M. 1981. *Flora ficológica de los cuerpos de agua temporales de la región oriental y sur de la cuenca del río Pánuco*. 1-422. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Meave del Castillo, M. E. 1983. Ficoflora de las cascadas del río Micos en la región de la Huasteca potosina. Un ejemplo de aproximación al estudio ficológico por ambiente. 1-147. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Meave del Castillo, M. E. 1986. *Análisis del género Cladophora: una aproximación a los estudios de flora tónica*. 1-319. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Meave del Castillo, M. E. 1993. *Taxonomía y distribución de las Cladophorales (Chlorophyta) en la Región de la Huasteca Potosina*. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Montejano-Zurita, G. 1998. *Taxonomía de Cyanoprokaryota (Cyanophyta/Cyanobacteria) epífitos del Orden Chroococcales de la región central de México*. 1-91. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Mrozinska, T. 1985. Chlorophyta VI. Oedogonophyceae: Oedogoniales. Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H.; Mollenhauer, D. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Novelo, E. 1985. *Flora dinámica del suelo del Valle de Tehuacán, Puebla*. 1-151. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Novelo, E. 1998. *Floras ficológicas del Valle de Tehuacán, Puebla*. 1-599. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Novelo, E., E. Ponce, R. Ramírez y M. Ramírez. 2007. Algas. En: A. Lot (coord.) *Guía ilustrada de la Cantera Oriente. Caracterización ambiental e inventario biológico*. Coordinación de la Investigación Científica, Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. México. Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 63-95.
- Novelo, E., Montejano, G., Cantoral Uriza, E. & Tavera, R. 2005. *Las algas de la Laguna de Tecocomulco*. In: Huízar-Álvarez, R., Jiménez Fernández, E. J. & Juárez.
- Novelo, E.; E. Ponce y R. Ramírez. 2009. Microalgas de la Cantera Oriente. En: A. Lot (Ed.) *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal: Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel*. Coordinación de la Investigación Científica, Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. México. Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 71-80.
- Novoa, M. D.; M. E., Luque; D., Lombardo, y A. L., Martínez de Fabricius. 2006. *Estudio Ficológico de lagos urbanos artificiales del sur de la provincia de Córdoba*. Bol. Soc. Argent. Bot., vol.41, n.3-4, pp. 203-231 .
- Oliva-Martínez, M.G.; A., Rodríguez-Rocha.; A, Lugo-Vázquez, M.R, Sánchez-Rodríguez. *Composición y dinámica del fitoplancton en un lago urbano hipertrófico*. Hidrobiológica. 2008, vol.18, suppl.1, pp. 1-13.
- Orozco-Martínez, C. L. 2011. Abundancia, diversidad y taxonomía de la clase Bacillariophyceae en el Parque Ecológico de Xochimilco, México. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

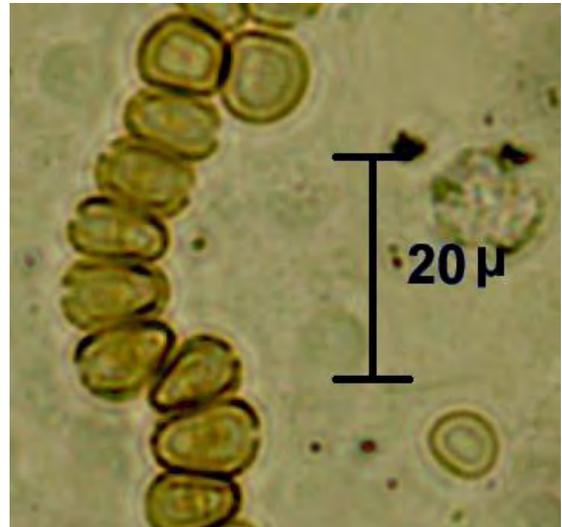
- Ortega, M. 1984. Catálogo de algas continentales recientes de México. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 566pp.
- Patrick, R. & Reimer, Ch. 1966. The Diatoms of the United States. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Estados Unidos.
- Patrick, R. & Reimer, Ch. 1975. The Diatoms of the United States. Vol. 2. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Estados Unidos.
- Peñafiel, A. 1884. *Memoria sobre las aguas potables de la capital de México*. México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Ramírez Vázquez, M., Beltrán Magos, Bojorge-García, M. G., Carmona Jimenez, J., Cantoral Uriza, E. A. & Valadez Cruz, F. 2001. *Flora algal del Rio La Magdalena, Distrito Federal, México*. Bol. Soc. Bot. Mex. 45-67.
- Ramírez Vázquez, M. & Cantoral Uriza, E.A. 2003. *Flora algal de rios templados en la zona occidental de la cuenca del Valle de México*. Anales Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México 74: 143-194.
- Ramírez, M. 2002. Flora algal de ambientes lóticos en la zona occidental de la cuenca del valle de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 111p.
- Rodríguez-Flores, R. 2014. *Diversidad y distribución de algas macroscópicas en ríos de alta montaña de la cuenca de México*. Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. 1990. *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Salas. 1963. *Contribución al estudio de las Euglenas del Valle de México*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional.
- Sámano-Bishop y Sokoloff 1931. *La flora y fauna de aguas dulces del valle de México*. Monogr. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México 1:48-49.
- Segura-García, M. V. 2011. Taxonomía y Ecología de las Diatomeas Epilípticas de la Cuenca del Alto Lerma, México. Tesis de Doctorado, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. 149 pp.

- Serrano, J. A. 2014. *Estudio de la diversidad fitoplanctonica del Canal Japón, Xochimilco, México, D.F.* Tesis profesional, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tavera, R., Elster, J. & Marvan, P. 1994. *Diatoms from Papaloapan basin communities, Mexico.* Arch. Hydrobiol. suppl. /Algol. Stud. 74: 35-65.
- Tavera, R., Novelo, E. & Comas, A. 2000. *Chlorococcalean algae (s.l.) from the Ecological Park of Xochimilco, Mexico.* Arch. Hydrobiol. suppl. /Algol. Stud. 100: 65-94.
- Valadez Cruz, F. 1992. *Flora ficológica de ambientes lóticos de la cuenca baja del rio Amacuzac, Morelos.* -239. Facultad de Ciencias. UNAM. 1992.
- Whitton, B.A., Rott, F. & Friedreich, G. 1991. *Use of Algae for monitoring rivers.* Institut für Botanik Universität Innsbruck, Innsbruck, 193

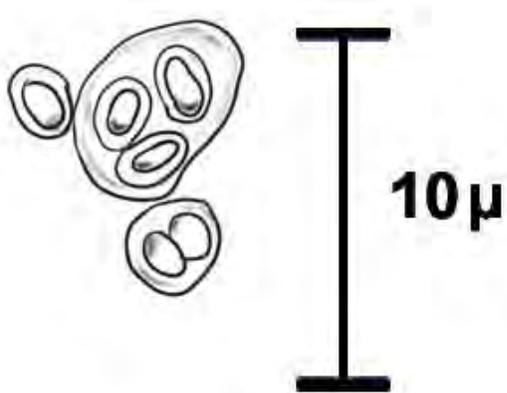
Anexo 1: Fotografías de las algas encontradas en la Cantera Oriente



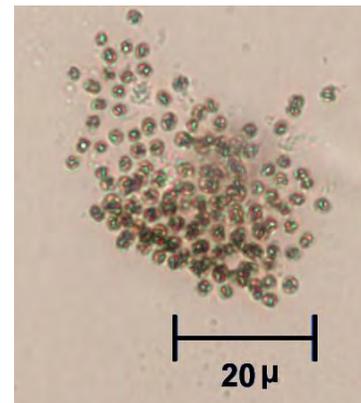
1)



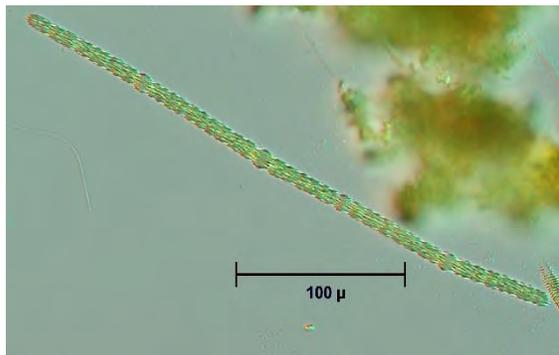
2)



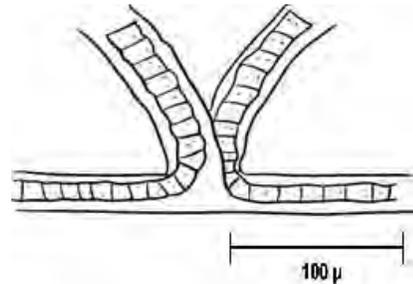
3)



4)



5)

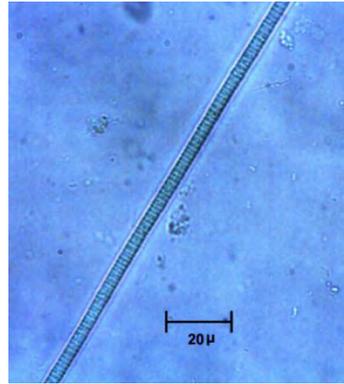


6)

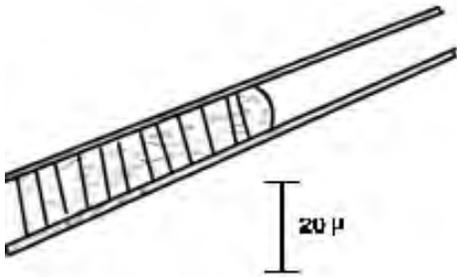
(1) **Cyanophyta:** *Chroococcus minutus*, (2) *Chroococcus obliterated*, (3) *Gloeocapsa* sp., (4) *Microcystis protocystis*, (5) *Anabaena* sp., (6) *Scytonema* sp.



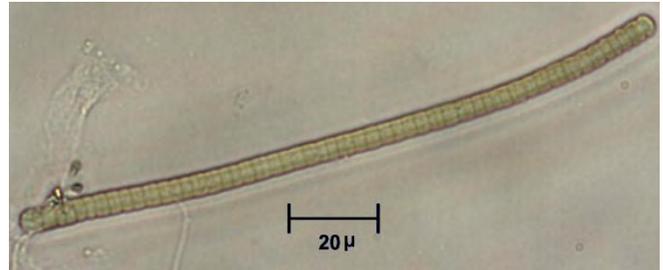
7)



8)



9)



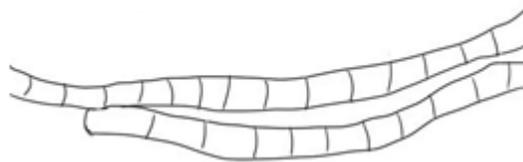
10)



11)



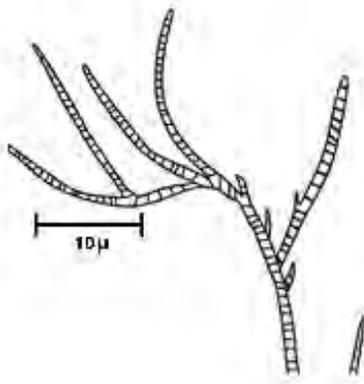
12)



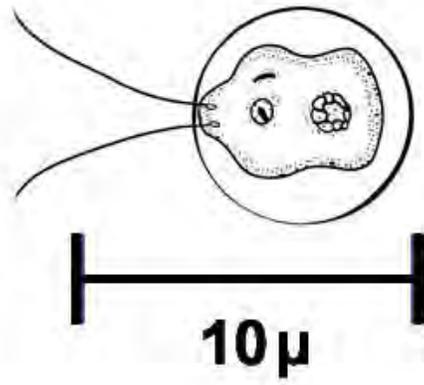
13)

10 μm

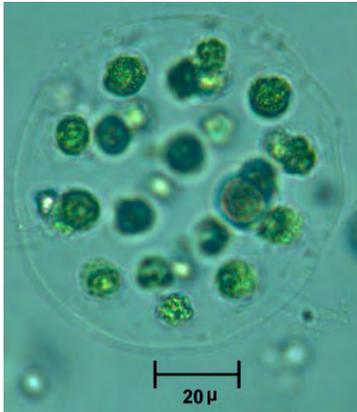
(7) *Arthrospira* sp., (8) *Planktothrix aghardii*, (9) *Lyngbya martensiana*, (10) *Oscillatoria tenuis*, (11) *Phormidium taylorii*, (12) *Aphanocapsa* sp., (13) *Leptolyngbya tenuis*



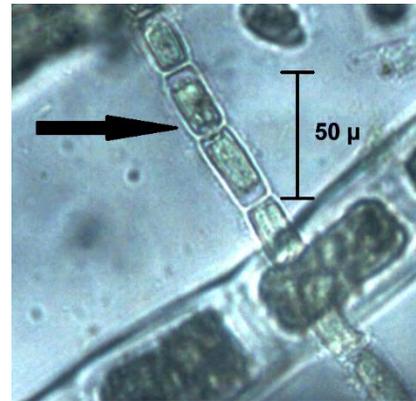
14)



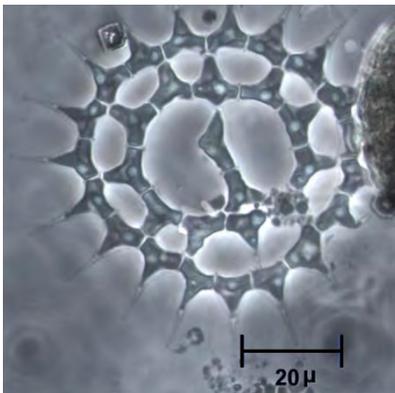
15)



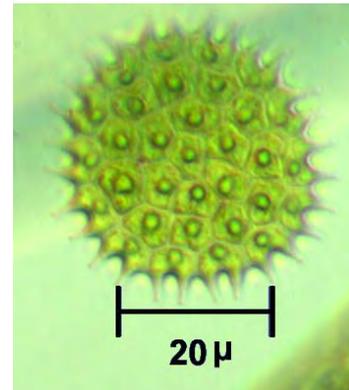
16)



17)



18)

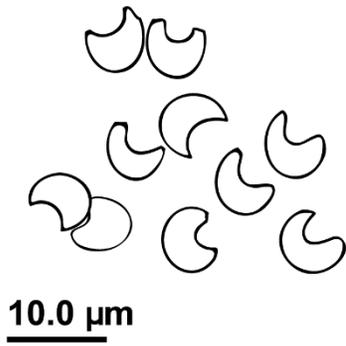


19)

(14) **Chlorophyta:** *Stigeoclonium tenue*, (15) *Chlamydomonas* sp., (16) *Eudorina elegans*, (17) *Oedogonium* sp., (18) *Monactinus simplex*, (19) *Pediastrum boryanum* var. *longicorne*



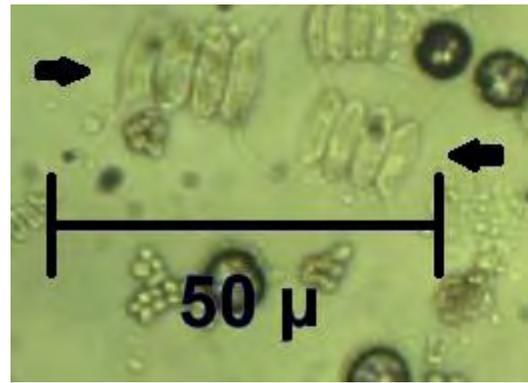
20)



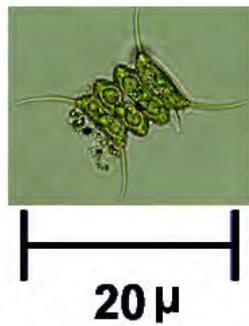
22)



21)

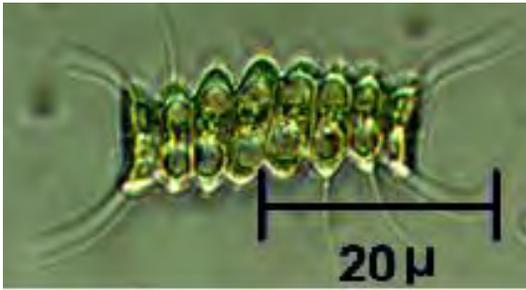


23)

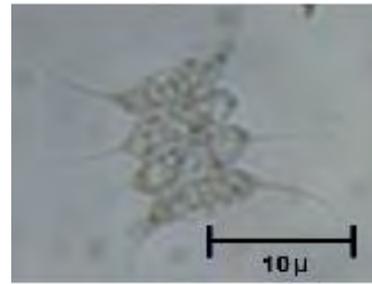


24)

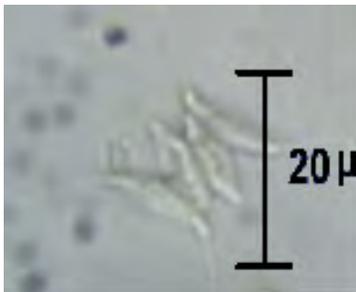
(20) *Golenkinia* sp., (21) *Eutetramorus tetrasporus*, (22) *Kirchneriella* sp., (23) *Desmodesmus abundans*,
 (24) *Desmodesmus communis*



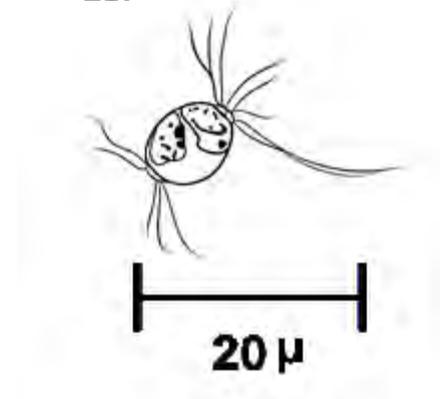
25)



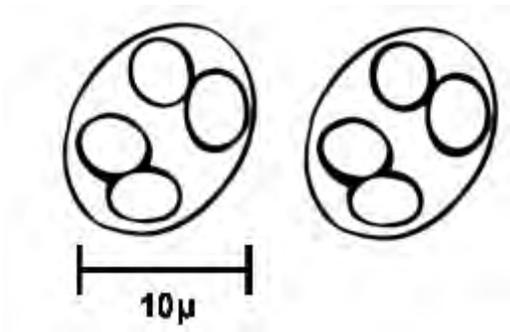
26)



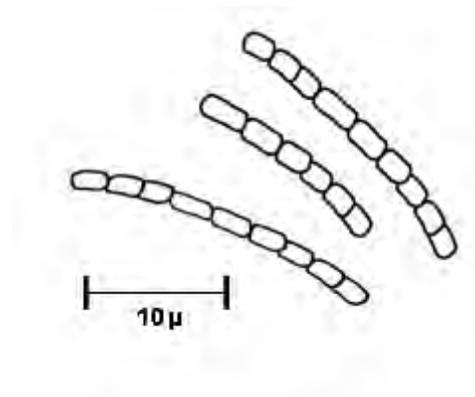
27)



28)

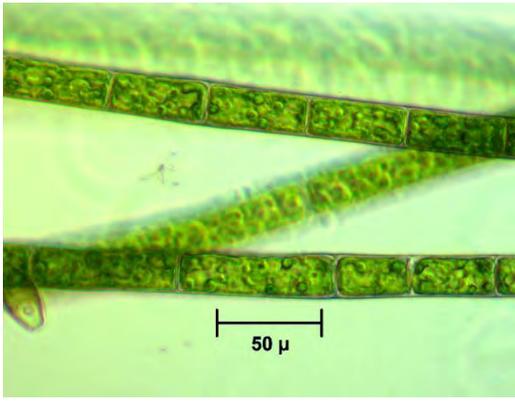


29)

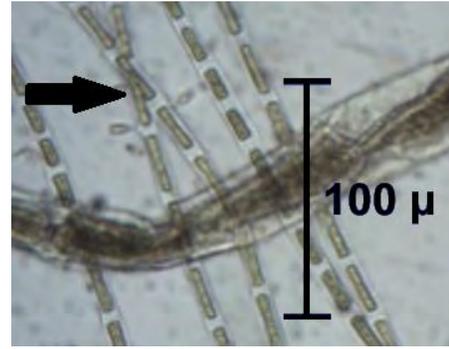


30)

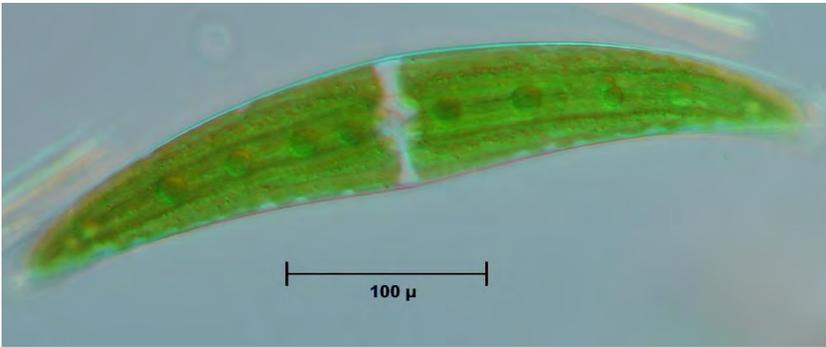
(25) *Desmodesmus maximus*, (26) *Desmodesmus opoliensis*, (27) *Desmodesmus protuberans*, (28) *Lagerheimia ciliata*, (29) *Oocystis* sp., (30) *Stichococcus* sp.



31)



32)



33)



20 μ

34)



20 μ

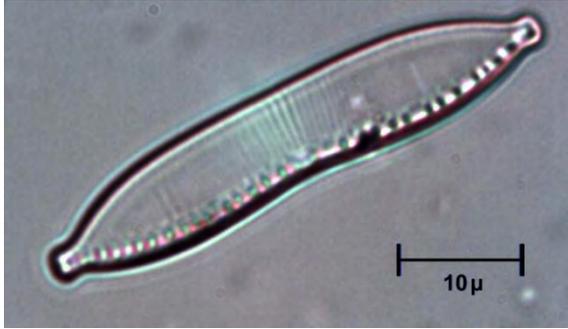
35)



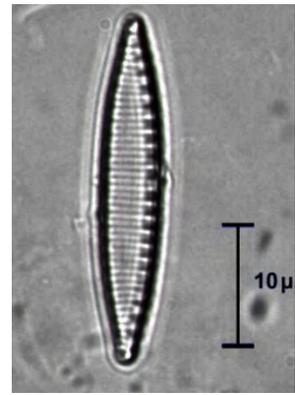
20 μ

36)

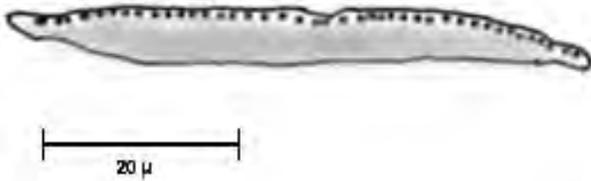
(31) *Cladophora glomerata*, (32) *Rhizoclonium heroglyphicum*, (33) *Closterium pseudolunula*, (34) *Cosmarium pseudopyramidatum*. (35) **Euglenophyta**: *Euglena gracilis*, (36) *Petalomonas* sp.



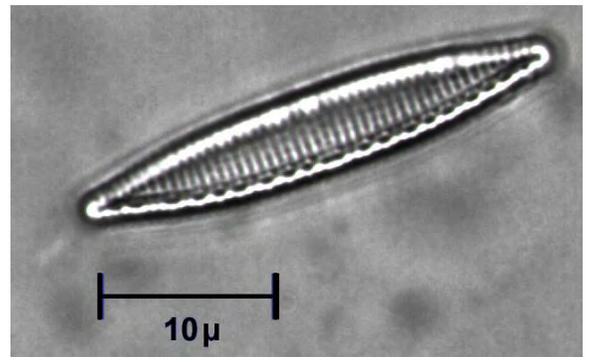
37)



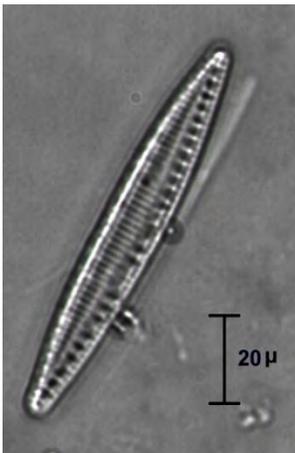
38)



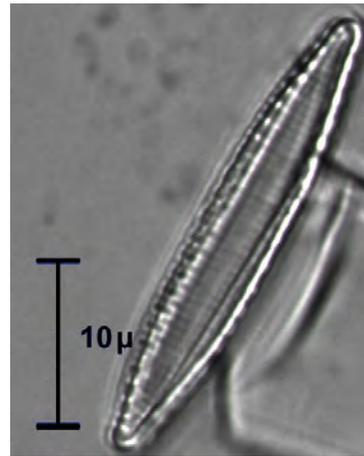
39)



40)

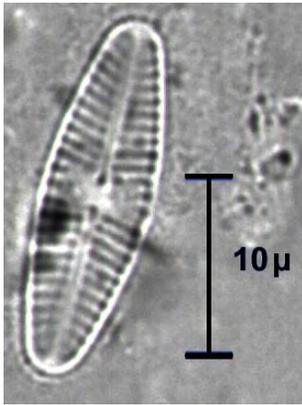


41)

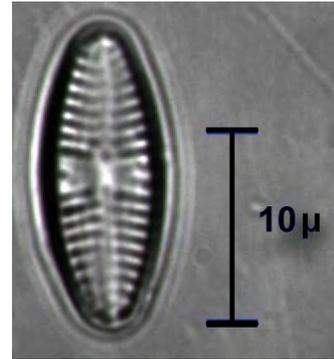


42)

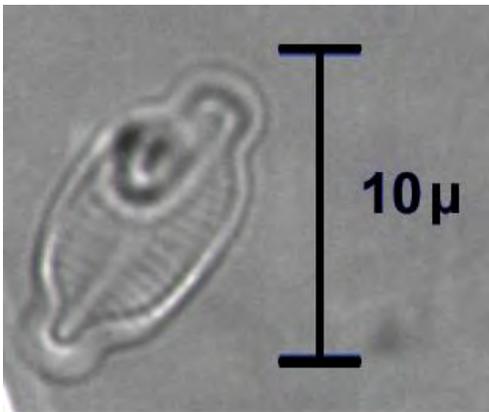
Heterokontophyta-Bacillariophyceae: (37) *Hantzschia amphyoaxis*, (38) *Nitzschia amphibia*, (39) *Nitzschia clausii*, (40) *Nitzschia frustulum*, (41) *Nitzschia linearis*, (42) *Nitzschia palea*



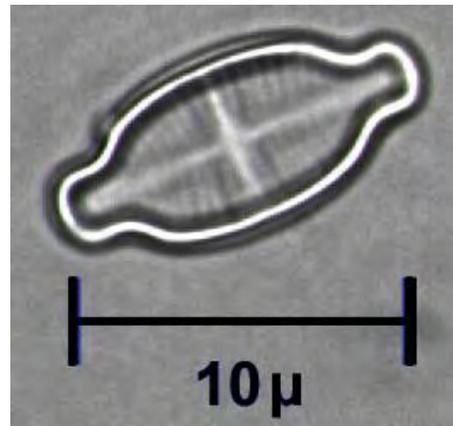
43)



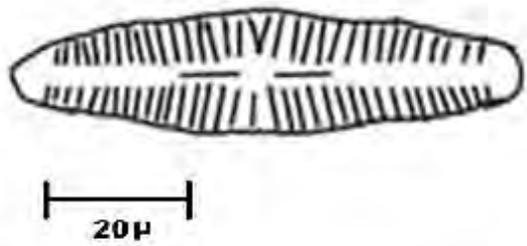
44)



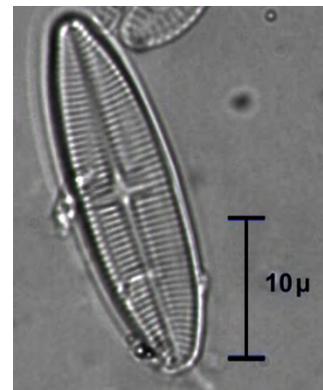
45)



46)

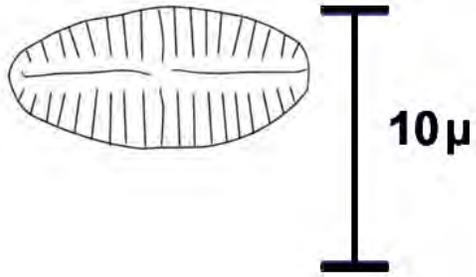


47)

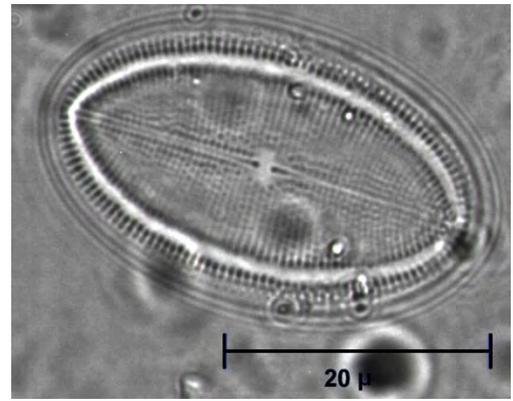


48)

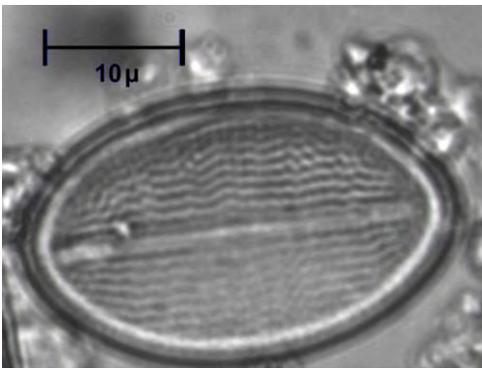
(43) *Achnanthydium chlidanos*, valva con rafe (VCR) (44) *A. chlidanos*, Valva sin rafe (VSR), (45) *A. exiguum* VCR, (46) *A. exiguum* VSR, (47) *A. minutissimum*, (48) *Lemnicola hungarica*



49)



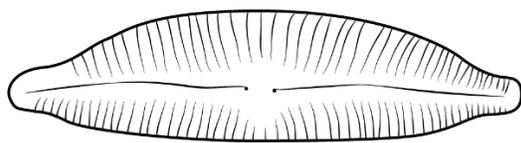
50)



51)

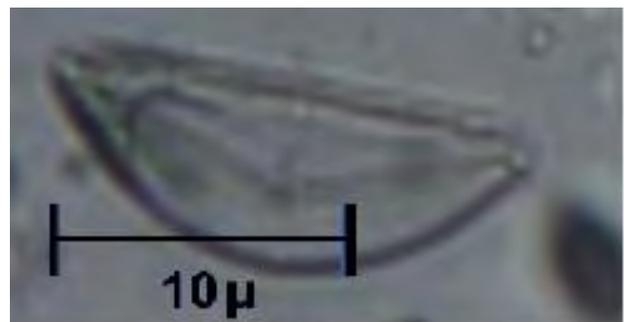


52)



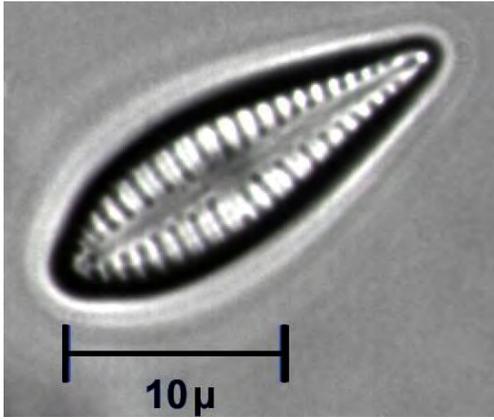
10.0 μm

53)

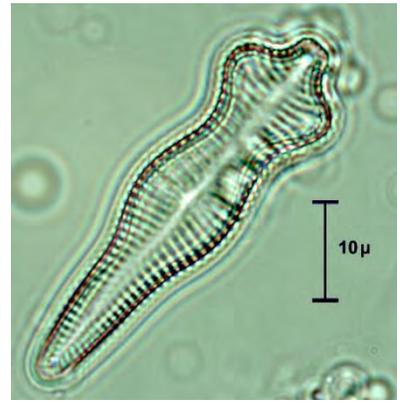


54)

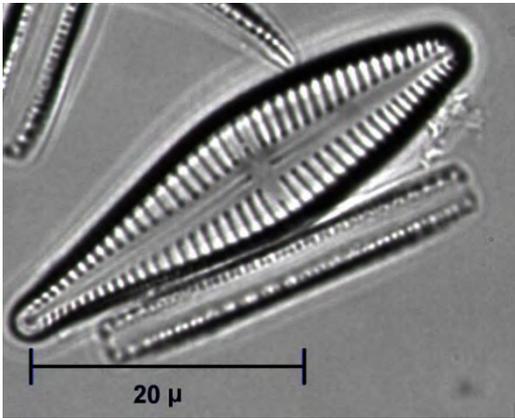
(49) *Platessa conspicua*, (50) *Cocconeis placentula* var. *lineata* VCR, (51) *Cocconeis placentula* var. *lineata* VSR, (52) *Cymbella mexicana*, (53) *Cymbopleura naviculiformis* (54) *Encyonema silesiacum*



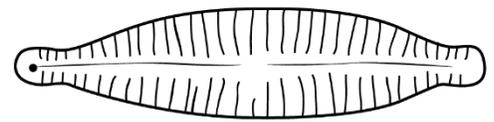
55)



56)

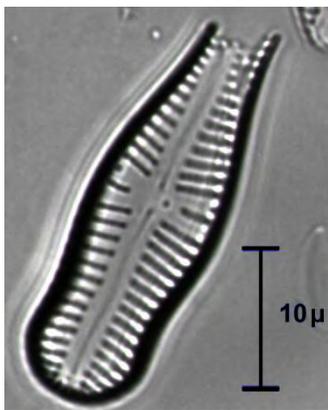


57)

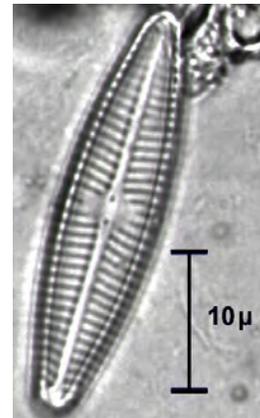


10.0 μm

58)

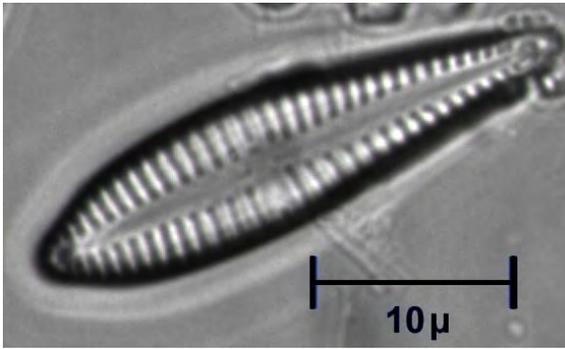


59)

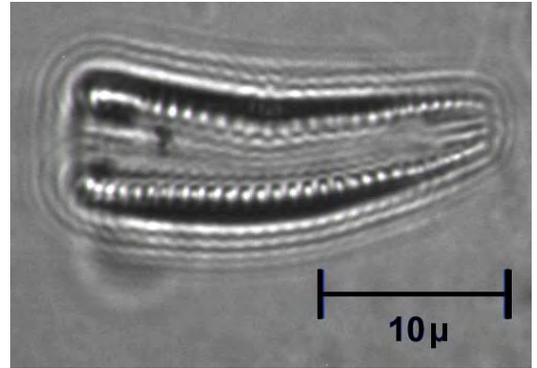


60)

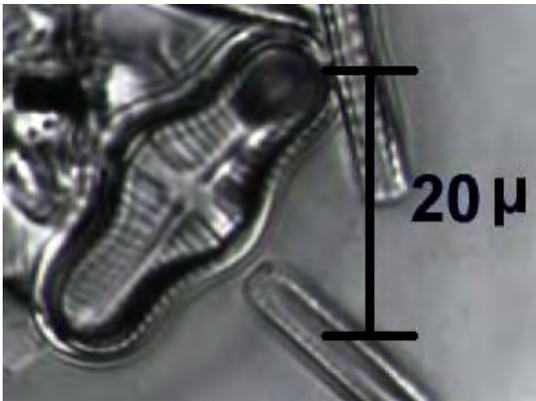
(55) *Gomphoneis* sp., (56) *Gomphonema acuminatum*, (57) *G. affine*, (58) *G. parvulum*, (59) *G. truncatum*, (60) *G. gracile*



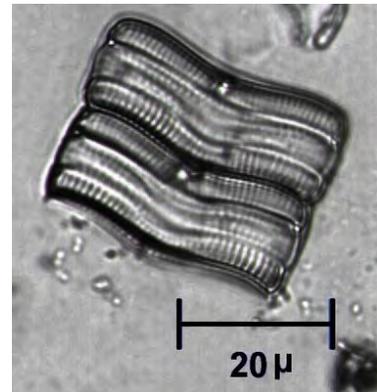
61)



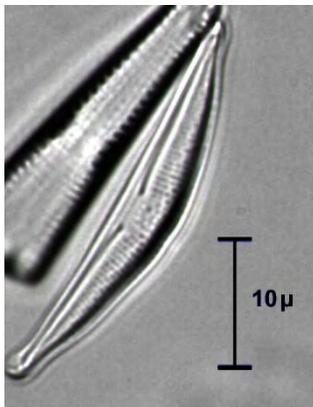
62)



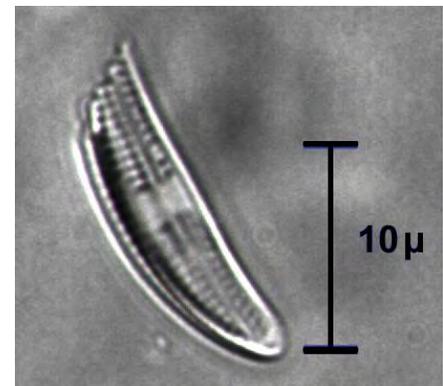
63)



64)

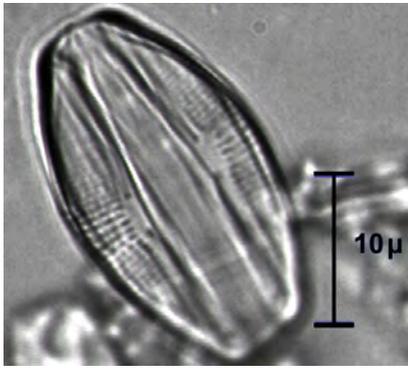


65)

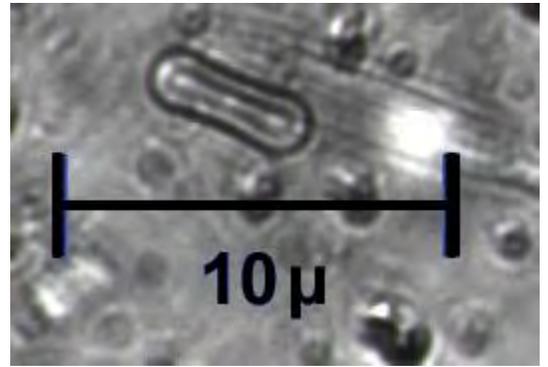


66)

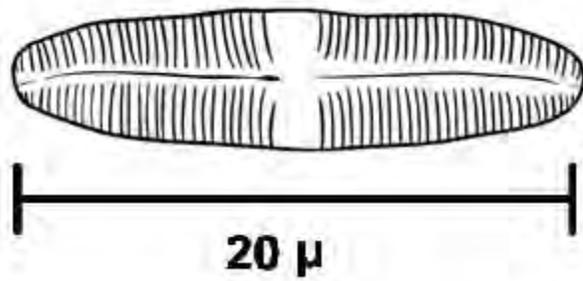
(61) *Gomphosphenia grovei*, (62) *Rhoicosphenia abbreviata*, (63) *Achnanthes inflata*, Vista valvar (VV)
(64) *Achnanthes inflata*, Vista cingular (VC) (65) *Halamphora coffaeformis* (66) *Halamphora montana*



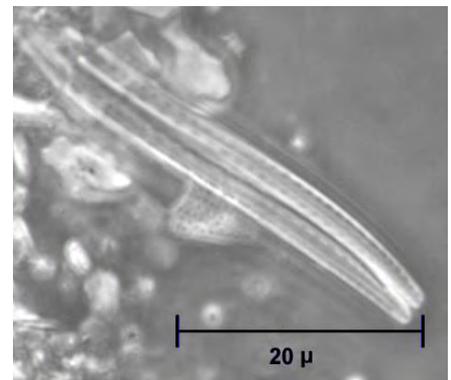
67)



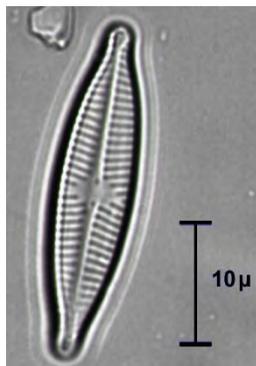
68)



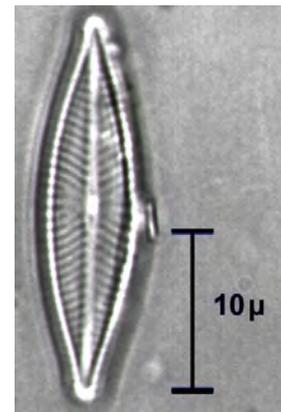
69)



70)

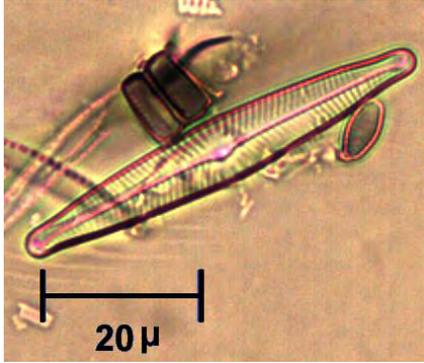


71)



72)

(67) *H. veneta*, (68) *Humidophila contenta*, (69) *Caloneis bacillum*, (70) *Gyrosigma* sp., (71) *Navicula capitatoradiata* (72) *N. cryptotenella*

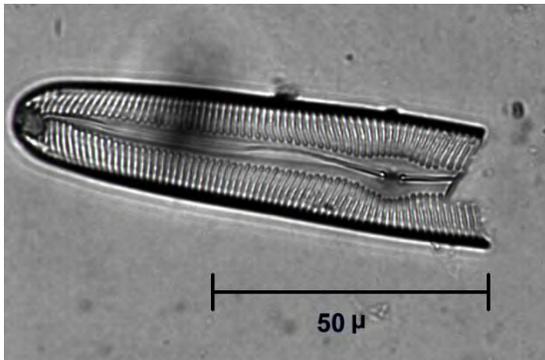


73)

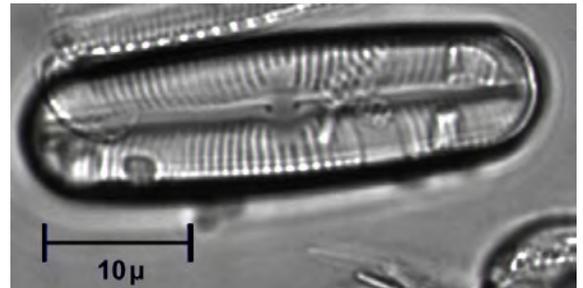


10.0 μm

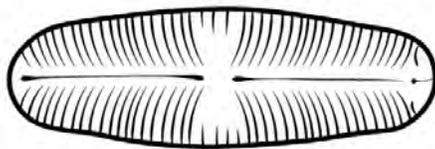
74)



75)



76)



10.0 μm

77)

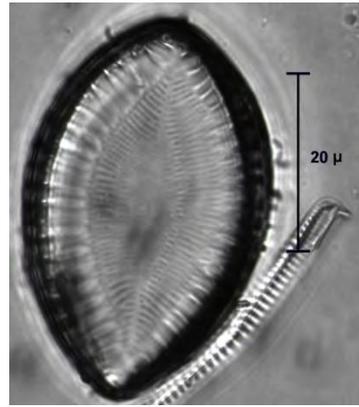


78)

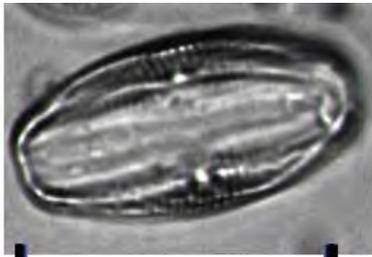
(73) *Navicula radiosa*, (74) *Pinnularia acrosphaeria*, (75) *P. tropica*, (76) *Sellaphora laevissima*, (77) *Sellaphora pupula* (78) *Craticula cuspidata*



79)



80)



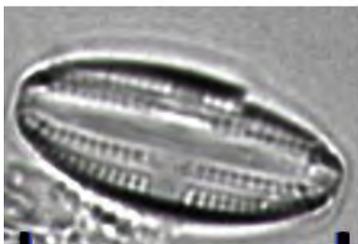
10 μ

81)



10 μ

82)



10 μ

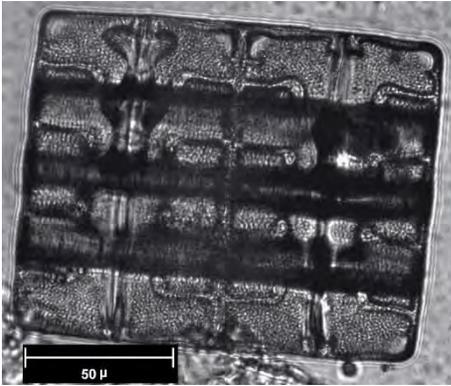
83)



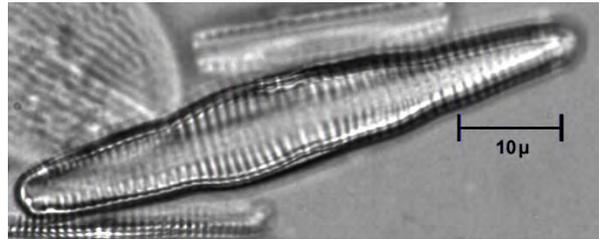
20 μ

84)

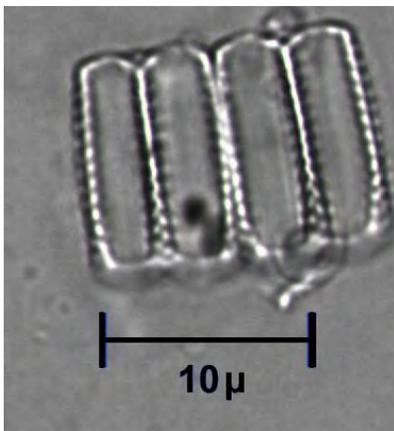
(79) *Campylodiscus* sp., (80) *Surirella brebisonii*, (81) *Amphora commutata*, (82) *A. copulata*, (83) *A. pediculus* (84) *Aulacoseira granulata*



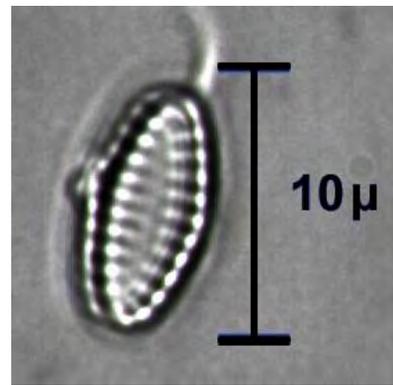
85)



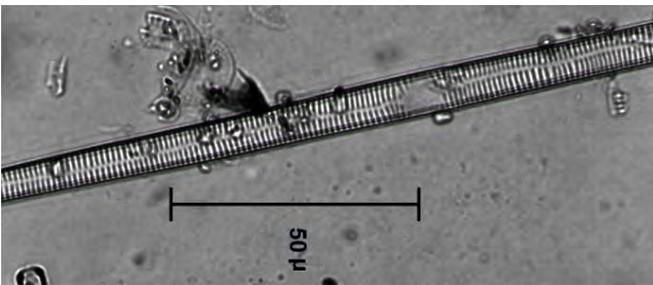
86)



87)



88)



89)

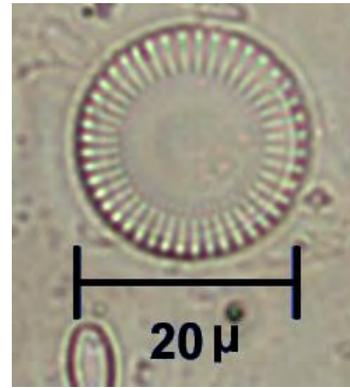


90)

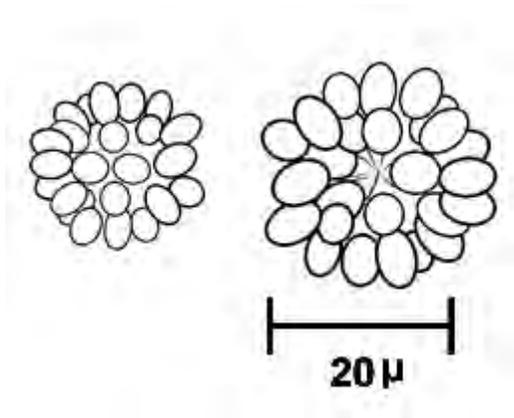
(85) *Terpsinoë música*, (86) *Fragilaria capucina*, (87) *Stausosira contruens*, (88) *Stausosirella pinnata*, (89) *Ulnaria ulna*, (90) *Melosira varians*



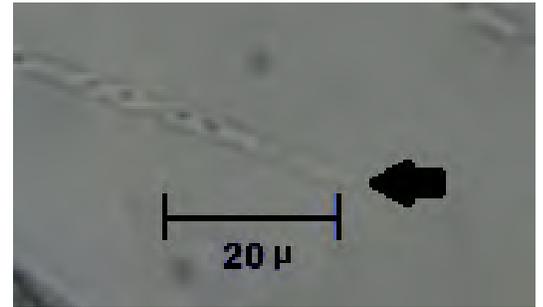
91)



92)



93)



94)

(91) *Meridion* sp, (92) *Cyclotella meneziniana*, (93) **Heterokontophyta-Chrysophyceae:** *Synura* sp., (94) **Heterokontophyta-Xanthophyceae:** *Tribonema* sp.