



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Abundancia, diversidad y taxonomía de la clase
Bacillariophyceae en el Parque Ecológico de Xochimilco,
México.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGA**

P R E S E N T A:

Claudia Lina Orozco Martínez



**DIRECTORA DE TESIS:
Dra. Rosaluz Tavera Sierra**

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos de la alumna
Orozco
Martínez
Claudia Lina
55 26 01 99
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
30391002
2. Datos del tutor
Dra.
Rosaluz
Tavera
Sierra
3. Datos del sinodal 1
Dr.
Enrique Arturo
Cantoral
Uriza
4. Datos del sinodal 2
M. en C.
Guadalupe
Vidal
Gaona
5. Datos del sinodal 3
M. en C.
Ramiro
Cruz
Durán
6. Datos del sinodal 4
M. en C.
María Guadalupe
Oliva
Martínez
7. Datos del trabajo escrito
Abundancia, diversidad y taxonomía de la clase Bacillariophyceae
en el Parque Ecológico de Xochimilco, México.
101 p.
2011

Dedico éste trabajo a **TODA MI FAMILIA** por siempre estar conmigo y apoyarme en todo. **LOS QUIERO MUCHO.**

*La ventaja de tener mala memoria,
es que se goza muchas veces
de las mismas cosas.
F. Nietzsche*

Agradecimientos

A la Dra. Rosaluz Tavera, por transmitirme sus conocimientos para la realización de este trabajo y sobre todo por su apoyo, paciencia y confianza.

Al Dr. Eberto Novelo (Doki) por siempre hacerme ver el lado divertido de las cosas y echarme porras, además de enseñarme que la investigación se hace con pasión y gusto.

A la M. en C. Guadalupe Vidal (mi querida Lupis) gracias por tu amistad y cariño, sin ti y tus consejos tal vez nunca hubiera terminado la parte experiemetal este trabajo. ¡Mucho trabajo y largas horas te hice pasar conmigo, espero no me hallas alucinado!!!

A la Dra. Edith Ponce por enseñarme la utilización de equipos y sobretodo por la confianza que deposito en mí.

!!!Gracias!!!

Dr. Eberto Novelo, Dr. Enrique Cantoral, M. en C. Guadalupe Vidal, M. en C. Guadalupe Oliva y al M. en C. Ramiro Cruz por sus observaciones durante la revisión de éste trabajo.

Fernanda Dominguez y Fernanda Jimenez por su ayuda durante la recolección de datos y muestras.

China por tu ayuda en el monteje de muestras, pero sobretodo gracias por soportarme.

A mis amigas y amigos que hicieron divertido mi paso por la facultad: Chare, Saritubie, Ferchss, Fer, China, Dianuchis, Yoali, Caro, Chicorita, Ale, Chio, Rho, Jedii, Mascota, Ramiro, Pepeton y el fósil de más reciente adquisición un tal Hugo; las de política: Ely y Zitla, las de el laboratorio Erikux y Eva agradezco sus consejos y su paciencia.

| | |
|--|----|
| ÍNDICE | |
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCIÓN | |
| 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS DIATOMEAS | |
| 1.1 Organización y pigmentos | 2 |
| 1.2 Variación del tamaño en la morfología de la valva | 3 |
| 2. CARACTERÍSTICAS QUE PERMITEN SU IDENTIFICACIÓN | |
| 2.1 Partes y estructuras de la pared celular | 4 |
| 2.2 Características de la rafe | 6 |
| 3. CLASIFICACIÓN | |
| 3.1 Centrales | 6 |
| 3.2 Pennales | 6 |
| 4. ECOLOGÍA | |
| 4.1 Generalidades de los lagos eutróficos | 7 |
| 4.2 Factores abióticos importantes para los organismos planctónicos | 8 |
| 4.2.1 Fósforo | 8 |
| 4.2.2 Nitrógeno | 8 |
| 4.2.3 Luz | 8 |
| 4.2.4 Temperatura | 9 |
| 4.2.5 pH | 9 |
| 4.3 Condiciones ambientales en las que se desarrollan | 9 |
| ANTECEDENTES | 9 |
| JUSTIFICACIÓN | 11 |
| OBJETIVOS | 12 |
| HIPÓTESIS | 12 |
| METODOLIGÍA | |
| Área de estudio | 13 |
| Fisiografía | 13 |
| Hidrología | 13 |
| Edafología | 13 |
| Clima | 13 |
| Vegetación | 14 |
| Recolección de campo y trabajo en el laboratorio | 16 |
| Diseño experimental para el análisis estadístico | 21 |
| RESULTADOS | |

| | |
|---|----|
| Descripción de especies | 23 |
| Análisis de datos | 59 |
| DISCUSIÓN | 73 |
| CONCLUSIONES | 77 |
| REFERENCIAS | 78 |
| ANEXO | |
| Láminas | 84 |
| Tabla de número de individuos | 91 |
| Tabla de presencia de especies | 94 |
| Tabla comparativa de especies de el Parque Ecológico de Xochimilco (PEX) y canales de Xochimilco | 97 |

Abundancia, diversidad y taxonomía de la clase Bacillariophyceae en el Parque Ecológico de Xochimilco, México.

RESUMEN

El trabajo se realizó en el Parque Ecológico de Xochimilco (PEX) que es un área de recuperación en la zona lacustre de Xochimilco, ciudad de México, donde no se usan fertilizantes, ni pesticidas. Se realizaron recolecciones mensuales por un año (2006-2007); en seis puntos, se tomaron muestras para determinar la diversidad y abundancia del grupo de estudio, además de tomarse datos de parámetros ambientales como: pH, temperatura, conductividad, luz y nutrientes (nitrógeno inorgánico disuelto, fósforo total y sílice). Del material recolectado se elaboró un listado florístico de uno de los grupos de algas más diversos en cuerpos de agua de la región central de México la clase Bacillariophyceae y el análisis de los datos permitió conocer cuáles son los posibles factores ambientales que se relacionan con la abundancia y diversidad. Se encontraron 69 especies, 2 variedades y 1 forma de diatomeas en el PEX. Los análisis estadísticos indicaron que los factores ambientales que explican la abundancia de especies de diatomeas son el nitrógeno, sílice, conductividad y el fósforo. En cuanto a la diversidad, los resultados permiten argumentar que el PEX presenta condiciones ambientales particulares que permiten una alta diversidad en comparación con la zona de canales de Xochimilco donde se han registrado tan sólo 56 especies para toda el área lacustre.

Palabras clave: Parque Ecológico de Xochimilco, diatomeas, nutrientes, ecología.

INTRODUCCIÓN

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS DIATOMEAS.

1.1 Organización, pigmentos y composición de la pared celular.

El término diatomean (diatomea) proviene del griego, que según su etimología quiere decir diá δία gr. 'a través de' + tom(é) τομή gr. 'corte', 'segmento' + -ea(m) lat., lo que se puede traducir como corte que atraviesa (Diciomed). El término 'diatomaceen' lo usó por primera vez O. F. Müller (1786) en su tratado "*Infusoria fluviatillia et marina*", años después L. Nitzsch (1817) llamó a este grupo de organismos 'bacillariae'; finalmente los términos 'diatoms' o 'diatomaceae' fueron aceptados por muchos autores e incluso algunos los usaban como sinónimos (Werner, 1977).

Las diatomeas forman la clase Bacillariophyceae. Son algas unicelulares o coloniales (Lee, 1980). Los plastos de este grupo son generalmente dorados, debido a que la clorofila está enmascarada por el pigmento accesorio que las diatomeas poseen, la fucoxantina y su principal sustancia de reserva es la crisolaminarina (Hoek *et al.*, 1995).

Tienen una pared celular compuesta de sílice hidratado o amorfo ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), las diatomeas construyen internamente la pared a través de la condensación de ácido ortosilícico $[\text{Si}(\text{OH})_4]$ con una vesícula especial que se encuentra justo debajo de la membrana celular (Buf *et al.*, 2002). La pared celular o frústulo está formado por dos partes, las cuales son denominadas valvas, una valva se encuentra dentro de la otra, a manera de caja (Hoek *et al.*, 1995; Lee, 2007; Stoerme y Julius, 2003).

La pared celular de sílice es rígida y una vez que es depositada por una célula vegetativa en división, la valva ya no puede cambiar de forma ni de tamaño; cada pared celular es única en cada organismo (Stoerme y Julius, 2003).

Quizá la mejor característica que separa fisiológicamente a las diatomeas de los demás grupos de algas, es su requerimiento de sílice para las divisiones celulares y la formación de frústulos (Stoerme y Julius, 2003).

1.2 Variación del tamaño en la morfología de la valva

El tamaño de cada célula disminuye en la población, debido a la reproducción asexual en la cual cada valva del frústulo produce una valva pequeña complementaria, esta disminución en el tamaño de la célula, está acompañada de cambios en el contorno de la valva, que hace menos frecuente los patrones de silificación. Esta reducción en las células no es infinita, existe un límite de tamaño que pueden inducir la reproducción sexual en la cual se da la formación de una auxospora, lo que permite a las células incrementar su variabilidad genética y también restablecer el tamaño máximo de la célula (Figura 1) (Stoerme y Julius, 2003).

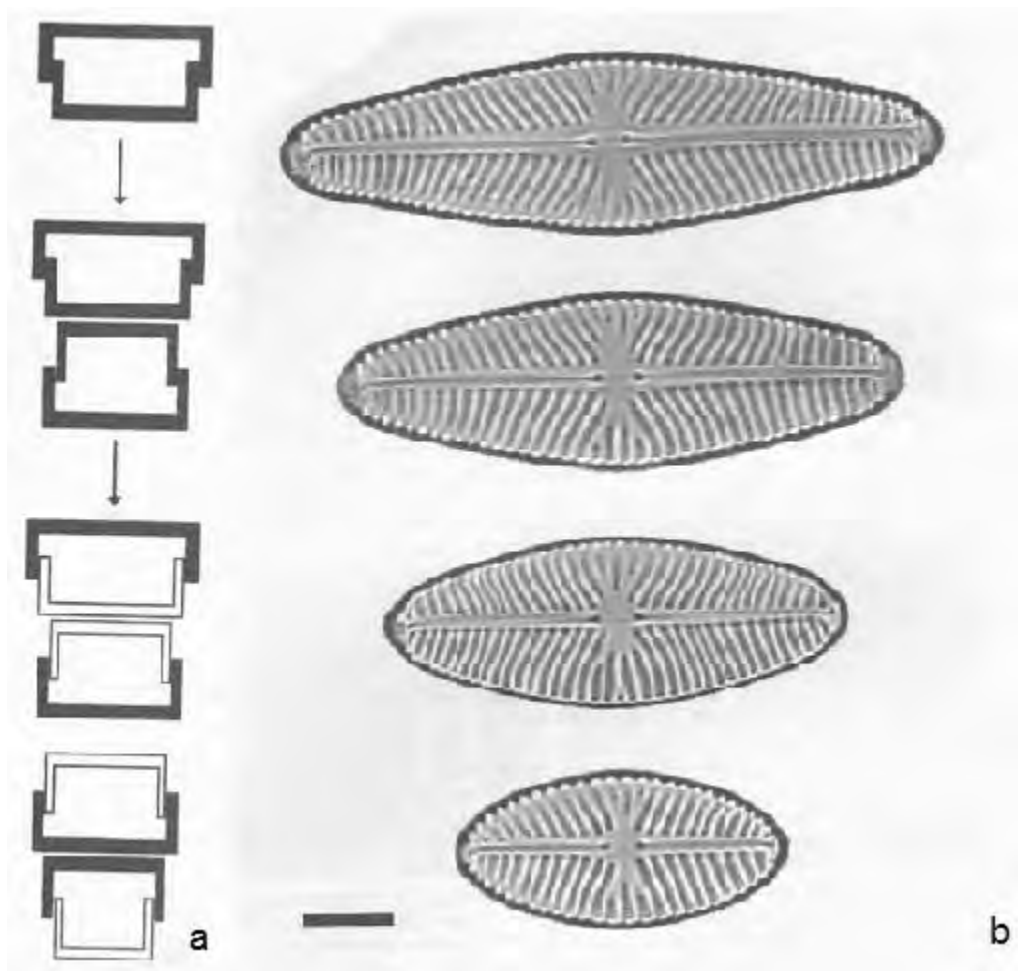


Figura 1. Reducción del tamaño de la valva tras repetidas divisiones vegetativas, a) vista conectiva (Lee, 2007); b) vista valvar (Buf *et al.*, 2002).

Las diferencias en las condiciones ambientales pueden resultar en la alteración de la morfología dentro de un taxón. Por lo tanto la disminución en el largo y el ancho de la valva está asociada con cambios en el contorno y la morfología de la valva. Debido a la disminución del tamaño, cuando se hacen identificaciones a nivel de

especie se debe considerar la influencia de las condiciones ambientales sobre la variación morfológica de las poblaciones (Stoerme y Julius, 2003).

2. CARACTERÍSTICAS QUE PERMITEN SU IDENTIFICACIÓN.

2.1 Partes y estructuras de la pared celular

El frústulo de todas las diatomeas consiste en dos valvas: la hipoteca y la epiteca. La epiteca consiste en dos partes, el plano superior de la valva presenta los bordes hacia abajo, a esta parte se le llama epivalva y al anillo debajo la valva se le llama epicíngulo; de igual forma la valva inferior ó hipoteca, presenta dos partes, su plano inferior con sus bordes expuestos hacia arriba, esta parte es llamada hipovalva y su anillo se denomina hipocíngulo (Hoek *et al.*, 1995). El borde de la valva que se dobla hacia adentro se llama manto (Figura 2) (Lee, 2007).

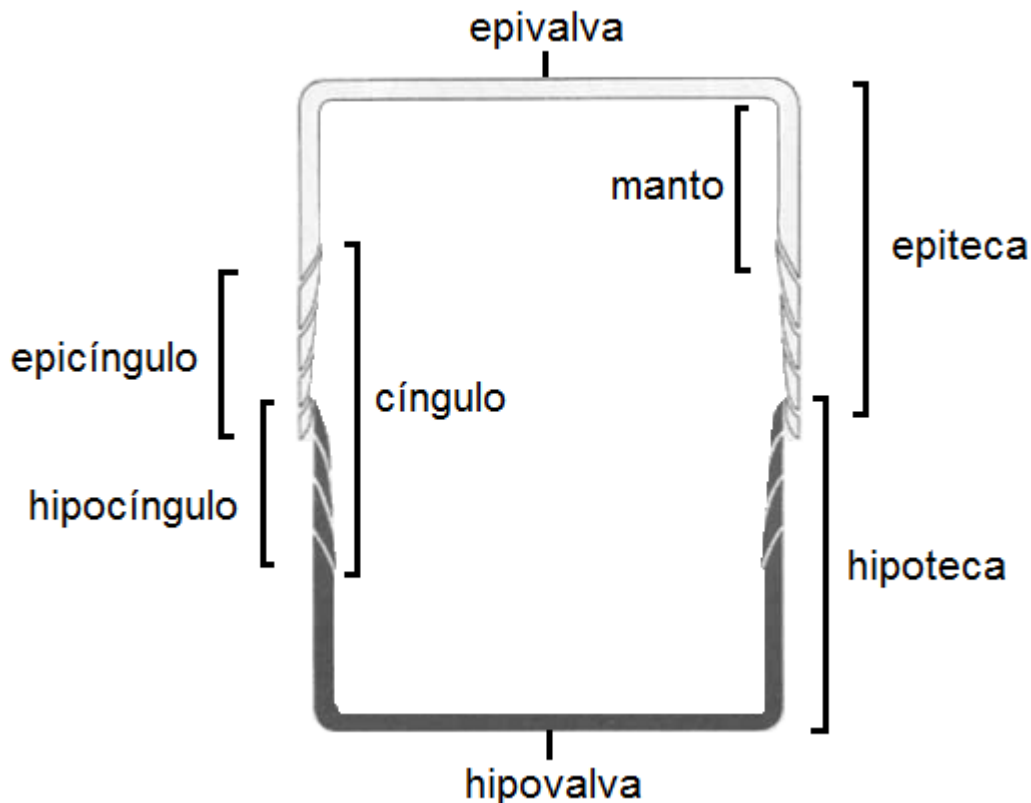


Figura 2. Estructura de la pared células de una diatomea (Buf *et al.*, 2002).

Los frústulos están compuestos de dos partes la valva y las bandas cingulares ó cíngulo, que se ubican junto al borde de cada valva (Figura 3). Generalmente existen una o más bandas adicionales entre las bandas cingulares y las valvas, a estas se les llama bandas intercalares. La función de las bandas cingulares es mantener unidas a las valvas por los bordes, esto lo hacen gracias a una capa

pectinacea que tienen en su borde, si es destruida separa a las valvas y a las bandas cingulares (Lee, 2007).

Las bandas cingulares en algunas diatomeas tienen el mismo patrón de silificación que la valva, pero en otras el patrón es diferente tanto en las bandas como en la valva y en algunos casos no tienen patrón.

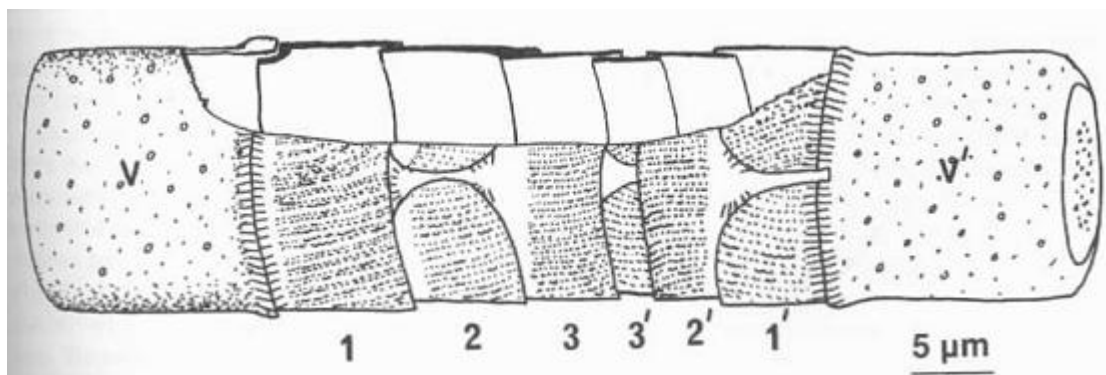


Figura 3 . Diagrama de las bandas cingulares o cingulo en las diatomeas (Lee, 2007).

Otras estructuras que forman la pared de las diatomeas son las llamadas perforaciones de las cuales existen dos tipos: el poro simple, que consiste en un hueco, silificado homogéneamente, que es reforzado con fíbulas o costillas y el lóculo o areola, que consiste en una cámara hexagonal, que están separados entre ellos por espaciadores verticales; en algunos casos se presentan poros laterales que les permiten tener comunicación. En un lado de los lóculos (ya sea interna o externamente) se presenta una membrana llamada velo, y estos acomodados en fila forman una estría (Figura 4) (Lee, 2007).

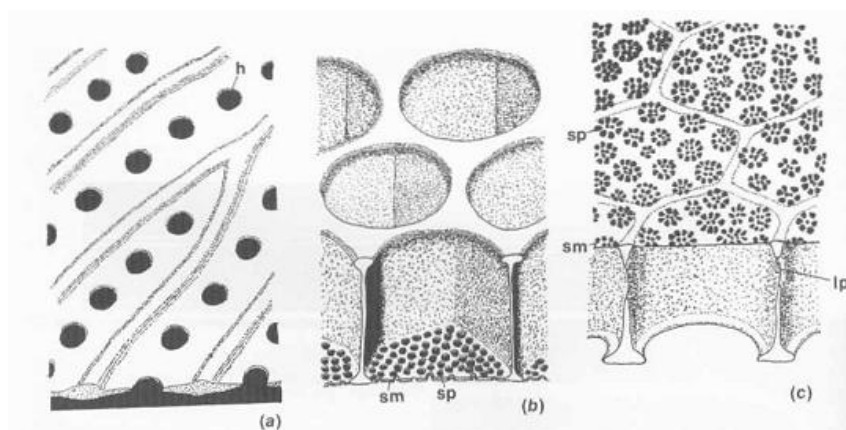


Figura 4. Diferentes tipos de perforaciones, a) poro simple, b) y c) lóculos o areolas (Lee, 2007).

La superficie de la valva puede tener también extensiones, llamadas procesos, los cuales al parecer tienen la función de permitir el contacto entre células contiguas y permitir la formación de colonias (Lee, 2007).

2.2 Características de la rafe

La valva de las diatomeas pennales generalmente está separada por una abertura longitudinal llamada rafe. En el centro de la valva la rafe es interrumpida por un punto abultado, llamado nódulo central y en los extremos la valva presenta unas estructuras similares llamadas nódulos polares (Lee, 2007; Hoek et al., 1995).

La rafe presenta una estructura diferente entre los géneros. En algunas diatomeas se extiende a lo largo del plano apical, como es el caso del género *Pinnularia*. En otros géneros como *Surirella* ó *Nitzschia*, la rafe se extiende internamente formando pequeños puentes silíceos (fíbulas) que unen las dos partes de la valva, lo que forma un canal debajo de la rafe que conecta al interior de la valva con el resto de la célula, además de regular el espacio entre fíbulas. Este tipo de estructura del rafe es llamado canal del rafe y generalmente se encuentra cerca del borde de la valva (Hoek et al., 1995).

3. CLASIFICACIÓN

La clase Bacillariophyceae contiene dos grandes órdenes: centrales y pennales, la distinción entre ellos se hace con base en sus diferencias en la estructura de la pared celular (Hoek et al., 1995).

3.1. Centrales.

La estructura de la valva y frecuentemente del margen es de simetría radial; no presentan rafe. Los patrones de silificación se organizan radialmente alrededor del centro, presentan hileras radiadas en las valvas, cámaras más o menos hexagonales, llamadas "areolas loculadas". Cada cámara o lóculo, tiene una pared exterior y una interior y es usual que una esté perforada por un gran orificio redondo (foramen), mientras que otros presentan un delicado poro en la placa, llamado "placa tamizada". (Hoek et al., 1995).

Su reproducción es por oogamia, las células vegetativas que se forman después de la meiosis producen células haploides o espermatozoides. Se forma un cigoto producto de la oogamia, que dará origen a la auxospora (Hoek et al., 1995).

3.2 Pennales.

La valva de las diatomeas pennales es generalmente alargada y de simetría bilateral en vista valvar; presentan rafe o pseudorafe. En las diatomeas que poseen rafe, la depositación de sílice comienza en esta área, donde una banda central primaria de sílice es depositada a través de una vasícula de depositación (Hoek et al., 1995).

El patrón de silificación es particular para cada especie. En las pennales los patrones de simetría frecuentemente son bilaterales y están organizados sobre un eje que va de un polo al otro. Este grupo presenta tres planos de división: apical, perivalvar y transapical. En algunas pennales, los patrones de perforación a simple vista parecen líneas organizadas (estrías), las cuales presentan un espacio regular entre ellas y un arreglo aproximadamente paralelo al plano transapical, en algunas se pueden apreciar muchos puntos separados que las forman, los cuales son poros (areolas) (Hoek et al., 1995).

Su reproducción es de tipo diplonte, las células vegetativas diplontes que se producen después de la meiosis originan gametos haploides similares morfológicamente a los diploides, los cuales no presentan flagelo. Los isogametos haploides se unen y forman el cigoto que dará origen a la auxospora (Hoek et al., 1995).

4. ECOLOGÍA

4.1 Generalidades de los lagos eutróficos.

En ecosistemas acuáticos, la eutrofización es el término usado para describir los efectos biológicos de un incremento en la concentración de nutrientes, usualmente nitrógeno y fósforo, pero también algunos otros como sílice, potasio, calcio, hierro y magnesio (Harper, 1992).

El suministro de nutrientes es uno de los factores más importantes con el cual se caracterizan a las especies, la cantidad de materia orgánica en los lagos, es lo que lleva a un control en las concentraciones de oxígeno y de las especies presentes (Hoek et al., 1995).

Los cambios biológicos que ocurren en los lagos son el resultado de la eutrofización y pueden ser separados en aquellos que son resultado directo del aumento en el flujo de nutrientes, causando la estimulación del crecimiento algal y los de efecto indirecto como la reducción de organismos animales, debido a la disminución de las concentraciones de oxígeno (Harper, 1992).

En los lagos los factores limitantes para las algas usualmente son los nutrientes y la luz. Cualquiera de estos dos factores que cae por debajo del nivel mínimo que requiere un organismo para crecer, podría regular el tamaño de la población (Harper, 1992; Hutchinson, 1973).

En la mayoría de los lagos templados, el fósforo es el nutriente primario limitante para las algas y esto controla la disponibilidad y uso de nitrógeno y carbono de la atmósfera; se sabe que el sílice es limitante para el crecimiento de diatomeas bajo ciertas condiciones. Se ha visto que si se adicionan pequeñas cantidades de fósforo, a un cuerpo de agua, como resultado se obtiene el agotamiento del sílice por el rápido crecimiento de las diatomeas, lo que indica que el fósforo es un factor que controla la captación de sílice (Harper, 1992). Pero para los lagos

tropicales el nitrógeno es el nutriente limitante (Ramos-Higuera et al., 2008; Wurtsbaugh et al., 1985).

En lagos tropicales la temperatura no es importante debido a su poca variación, siendo los factores principales la cantidad de radiación subacuática y la disponibilidad de nutrientes (Esteves, 1988).

4.2 Factores abióticos importantes para los organismos planctónicos

4.2.1. Fósforo

Cuando entra fósforo a un sistema acuático, por escorrentía primaria, es absorbido por las partículas inorgánicas de limo y arcilla. Una menor cantidad son partículas orgánicas en forma de detritus y una pequeña fracción se disuelve en forma de fosfato, esto es un importante proceso estacional. En los trópicos esta estacionalidad se da cuando existe un aumento de los escurrimientos que contienen sustancias inorgánicas durante la estación de lluvias (Harper, 1992).

4.2.2. Nitrógeno

A comparación del fósforo, el nitrógeno presenta varios estados de oxidación, bajo los cuales puede existir. La forma más estable es el nitrato (NO_3), el cual puede ser reducido por microorganismos a nitrito (NO_2) y se puede reducir hasta llegar a gas nitrógeno (N_2). La fijación del gas nitrógeno por bacterias y cianobacterias es un proceso importante en los lagos, el nitrógeno dentro de la célula se reduce en amoníaco (NH_3), esta es la forma más reducida de nitrógeno inorgánico. Cuando el gas nitrógeno se disuelve en el agua, resulta el ión amonio (NH_4^+), las formas inorgánicas del nitrógeno más importantes son el nitrato y el amonio, en ese orden (Harper, 1992).

En las comunidades planctónicas el nitrógeno es un recurso limitante para las algas, debido a que compiten con las bacterias (Harper, 1992).

4.2.3. Luz

La luz les sirve a las algas para llevar a cabo la fotosíntesis, de toda la radiación que llega del sol, las algas sólo requieren aquellas longitudes de onda que se encuentren en el rango de 389-750 nm (Lampert & Sommer, 2007).

La cantidad de luz disponible para el fitoplancton está influenciada por la frecuencia y la profundidad de la mezcla vertical, que llega a determinar la intensidad de luz dentro de un lago (Melack, 1996).

Las partículas que se encuentran suspendidas en la superficie de un lago absorben y dispersan la luz. Las sustancias y partículas disueltas en el agua, son muy importantes en la determinación de la transmisión de luz e incrementan la cantidad que se puede absorber (Lampert & Sommer, 2007).

4.2.4. Temperatura

Debido a la temperatura se pueden dar cambios en la estratificación y circulación anual que se da en latitudes templadas, mientras que este proceso es diario en lagos tropicales, donde las diferencias de temperatura son muy pequeñas lo que permite una estratificación relativamente estable (Lampert & Sommer, 2007).

En lagos tropicales la superficie nunca se enfría hasta los 4°C, esto debido a la profundidad del lago y a las altas temperaturas (Lampert & Sommer, 2007).

4.2.5. pH

Los procesos que afectan al pH son la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitrógeno (Lampert & Sommer, 2007).

Los efectos indirectos más importantes del pH son los relacionados con los efectos en el equilibrio calcio-ácido carbónico, la disociación de iones amonio y la solubilidad de iones metálicos. Uno de los efectos por aumento del pH se da por cambios entre el ión amonio (NH_4^+) y el amoníaco sin disociar, el cual es tóxico. La disociación del amoníaco está controlada por el pH (Lampert & Sommer, 2007).

4.3 Condiciones ambientales en las que se desarrollan las diatomeas.

Las diatomeas son abundantes en el plancton, particularmente cuando la columna de agua es turbulenta y rica en nutrimentos, la gran mayoría de las diatomeas son fotosintéticas por lo que se restringen a hábitats poco profundos (Buf et al., 2002).

Las diatomeas viven en la mayoría de los hábitats acuáticos. Este grupo presenta un rango amplio en el gradiente de valores de pH, con altas concentraciones de solutos, nutrimentos, además de contaminantes orgánicos e inorgánicos y también en ciertos rangos de temperatura. Es por esto que las diatomeas son específicas de los hábitats en los cuales crecen, por lo tanto son indicadores ambientales valiosos (Stoerme y Julius, 2003).

En el caso particular del Parque Ecológico de Xochimilco, la capa freática cambia estacionalmente favoreciendo la evaporación y la acumulación de sales cuando hay poca agua (Tavera et al., 2000).

Las aguas que irrigan al Parque provienen de la precipitación anual de la zona y también de la planta de tratamiento "Cerro de la Estrella", donde el agua recibe un tratamiento secundario. En consecuencia los cuerpos de agua del Parque son eutróficos, lo que hace que existan crecimientos masivos de algas; estas condiciones son propicias para que crezcan muchas especies de diatomeas, principalmente de los géneros *Nitzschia* y *Navicula* (Tavera et al., 2000).

5. ANTECEDENTES

Existen algunos trabajos previos realizados en el antiguo lago de Xochimilco y los canales del mismo sitio, tales trabajos tratan sobre estudios florísticos de las algas

en esta zona como los realizados por Sámano-Bishop en (1933), (1934) y (1940); Flores (1980); Reynoso (1986); González (1991) y Figueroa et al. (2008).

De los trabajos anteriores sólo Flores (1980), Reynoso (1986) y Figueroa et al. (2008) reportan diatomeas en sus registros florísticos, lo cual permitirá hacer una comparación entre las especies presentes en los canales de Xochimilco contra los registros que se encuentren en el PEX.

En el trabajo de Reynoso (1986), se hace un análisis espacial y temporal de las comunidades existentes en esa época, con el fin de hacer una evaluación del comportamiento de las comunidades dentro de un cuerpo de agua eutrófico como Xochimilco.

Otros trabajos realizados en los canales de Xochimilco fueron los de Xolalpa (2009) y Tavera y Díez (2009).

El trabajo de Xolalpa (2009) es una referencia sobre la aplicación de modelos matemáticos que permiten mostrar la variación en un sistema acuático mediante factores bióticos y abióticos. Por otro lado el trabajo de Tavera y Díez (2009) explica la relación que existe entre las comunidades planctónicas abundantes en Xochimilco y su relación con la perturbación que ha sufrido el sitio; este tipo de estudios son importantes pues permiten desarrollar estrategias de manejo para sistemas acuáticos similares.

Para el Parque Ecológico de Xochimilco, sólo existe un trabajo publicado sobre algas Chlorococcales *s.l.* Tavera et al., (2000), el cual es un listado florístico de este grupo. El otro trabajo (Salinas, 1998) es una tesis sobre la administración del Parque.

Otra referencia son los seminarios expuestos en las Memorias del II Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco en 1995. En este seminario se abordan temas de diversa índole respecto a el PEX y a Xochimilco, pero sólo el trabajo de Ensástigue et al., "Calidad del agua en el PEX, un estudio de la variación estacional", es el que más se relaciona con los objetivos de este trabajo.

JUSTIFICACIÓN

Las diatomeas son uno de los grupos más diversos en ambientes lóticos de la región central de México (Cantoral et al., 1997) y posiblemente también sea uno de los grupos más representativos del Parque Ecológico de Xochimilco (PEX) (Tavera et al., 2000).

El PEX es parte de un proyecto de rescate en la zona de Xochimilco, el parque esta incluido en el sistema lacustre del valle de México; se abrió en junio de 1993. Parte de este sistema es el viejo lago de Xochimilco, el cual es considerado por la UNESCO patrimonio de la humanidad (Tavera et al., 2000).

Debido a que las diatomeas sirven como indicadores ambientales y son un grupo biológico con alta diversidad, son buenos para estudiar la zona lacustre de Xochimilco y en particular del PEX.

OBJETIVOS

Generales

Caracterizar las especies de la clase Bacillariophyceae en el PEX.

Determinar las condiciones ecológicas generales en el PEX que permiten la diversidad de especies de diatomeas.

Particulares

Elaborar descripciones de las especies de diatomeas propias del PEX y documentarlas fotográficamente.

Determinar los posibles factores que explican porque unas especies se encuentran en un cuerpo de agua y están ausentes en otro.

Evaluar abundancia poblacional de diatomeas que se encuentran en los sitios muestreados del PEX.

HIPÓTESIS

Se sabe que todos los cuerpos de agua del PEX se comunican entre sí y tienen un sólo punto de abastecimiento de agua tratada (constante), lo que podría permitir que las concentraciones de nutrientes sean similares entre los puntos de recolección. Esto podría significar que el Parque se comporta como un solo cuerpo de agua y por tanto no habrá diferencias importantes entre los sitios muestreados, respecto a la diversidad de la clase Bacillariophyceae (diatomeas).

METODOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Ecológico de Xochimilco está situado al suroeste de la ciudad de México a 2238 msnm. El Parque tiene un área de aproximadamente 190 ha de las cuales al menos 50 ha son cuerpos de agua, entre lagos, zanjas, canales y chinampas (Tavera et al., 2000) (Figura 5).

El Parque se llena directamente con agua de la planta de tratamiento Cerro de la Estrella, que aflora en el sitio llamado Vertedero y transcurre a lo largo del lago en dirección al canal del Bordo, pasando por las localidades llamadas Embarcadero y canal Huetzalín, que es sólo la parte más estrecha del lago y es el punto de unión con el canal del Bordo. El flujo de agua es ligero del lago Huetzalín hacia el lago Acitlalín, como receptor final, debido a que existen cuerpos de agua muy pequeños como receptores intermedios. Uno de ellos es la localidad llamada el Charco, considerada en este estudio (Figura 6).

FISIOGRAFÍA

De acuerdo con el INEGI (2000), Xochimilco pertenece a la provincia del Eje neovolcánico transversal y a la Subprovincia de lagos y volcanes del Anáhuac, en el extremo sur de la Cuenca de México (Romero et al., 2006).

EDAFOLOGÍA

Los suelos que predominan son de tipo palustre y lacustre, que son producto de residuos volcánicos, seguidos de material aluvial y orgánico (Romero et al., 2006).

En la zona plana o lacustre predominan sedimentos de tipo arcilloso, intercalados con arenas de grano fino, este tipo de suelo se ubica principalmente en toda la parte norte y centro de la delegación Xochimilco, donde también se encuentran basaltos fracturados de alta permeabilidad (Romero et al., 2006).

El suelo del Parque es profundo y muy fértil, con un alto contenido de materia orgánica y de sales (Tavera et al., 2000).

HIDROLOGÍA

La principal zona de captación se localiza a lo largo de la ladera norte de la Sierra Chichinautzin, en el extremo sur de la Cuenca de México (delegación Tlalpan). Toda esta zona pertenece a la región del Balsas en la Cuenca Río Grande de Amacuzac, subcuenca Río Apatlaco (INECOL, 2002).

CLIMA

El clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano y con una temperatura promedio anual de 15°C (Tavera et al., 2000).

Los meses de lluvia son de mayo-octubre, en general para Xochimilco. El primer periodo de lluvias es de mayo hasta mediados de septiembre. El segundo es de mediados de septiembre hasta octubre (Romero et al., 2006).

VEGETACIÓN

De acuerdo con Rzedowski et al., (2001), Xochimilco se localiza dentro de la Cuenca del Valle de México. Presenta tres tipos de vegetación, Halófila, que se distribuye en terrenos propensos a inundaciones someras, en suelos salinos, alcalinos y mal drenados, es un pastizal bajo o denso en el que dominan las gramíneas. Vegetación acuática y subacuática que se encuentra en cuerpos de agua permanentes. Vegetación terrestre que se encuentra a las orillas de los canales y está dominada por diferentes especies de árboles como el ahuejote (*Salix bonplandiana* Kunth) y el ahuehuete (*Taxodium mucronatum* Ten.) (Romero et al., 2006).



Figura 5. Ubicación del Parque Ecológico de Xochimilco.

RECOLECCIÓN DE CAMPO.

Las diatomeas fueron recolectadas durante un año (Septiembre de 2006 a Octubre de 2007), con lo que se pretendió abarcar tanto la temporada de secas como la de lluvias en las localidades estudiadas. La recolección se realizó en seis puntos del Parque Ecológico de Xochimilco (PEX), y sólo se recolectó metafiton (crecimientos algales que se encuentran a las orillas de los cuerpos de agua) (Figura. 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12).

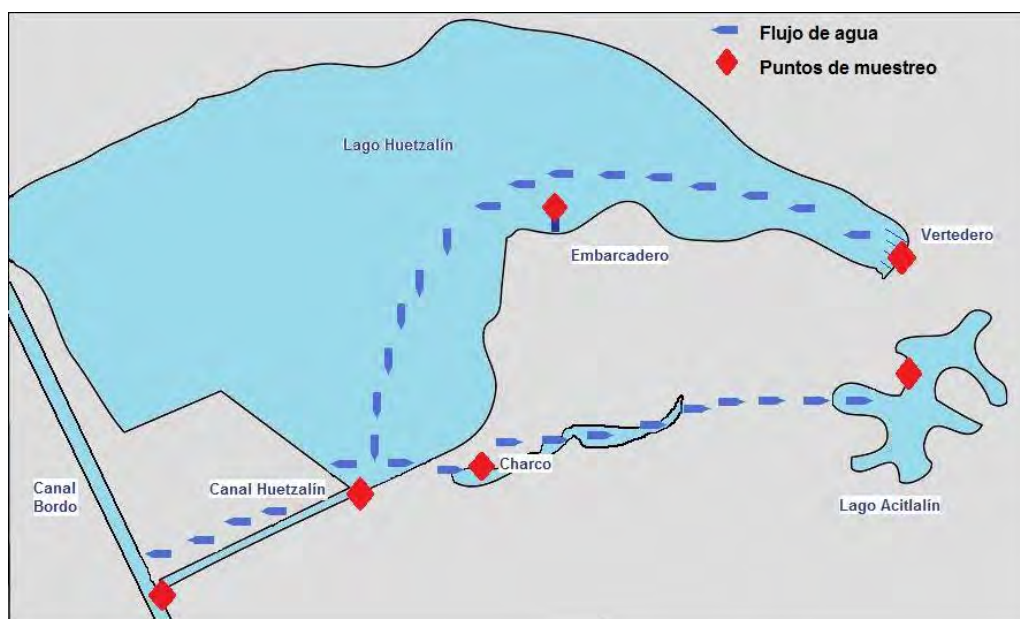


Figura 6. Mapa del sitio de estudio, localidades y puntos de recolección en el PEX y posible ruta de flujo del agua. La primera ruta de flujo de agua en el PEX inicia en Vertedero (descarga de aguas residuales) y atraviesa todo el lago Huetzalín para desembocar en el canal Bordo; la segunda ruta inicia en Vertedero y atraviesa lago Huetzalín, se filtra formando pequeñas charcas que canalizan el agua hacia el lago Acitlalín.

Tabla 1. Ubicación geográfica de los puntos de recolección.

| Localidad | Posición | |
|-----------------|----------------|----------------|
| Vertedero | 19°17'47.98" N | 99°05'40.19" O |
| Embarcadero | 19°17'35.57" N | 99°05'49.66" O |
| Canal Huetzalín | 19°17'19.05" N | 99°05'43.57" O |
| Canal Bordo | 19°17'08.77" N | 99°05'44.63" O |
| Charco | 19°17'25.00" N | 99°05'41.11" O |
| Lago Acitlalín | 19°17'43.35" N | 99°05'34.17" O |

Localidades muestreadas en el PEX.



Figura 7. Lago Huetzalín, punto de muestreo en Vertedero.



Figura 8. Lago Huetzalín, punto de muestreo en Embarcadero.



Figura 9. Lago Huetzalín, punto de muestreo en Canal Huetzalín.



Figura 10. Canal del Bordo.



Figura 11. Charco.



Figura 12. Lago Acitlalín.

En campo se midieron parámetros físico-químicos (pH, temperatura, conductividad y luz) con el equipo portátil Conductronic-18, la luz se midió con un sensor de campo marca HOBO.

Se tomaron tres muestras en cada sitio de colecta, una fue para medir nutrimentos, la otra para realizar conteos de individuos y la última para muestras de herbario.

Los nutrimentos fueron analizados con un espectrofotómetro Hach/DR/2010. Para el fósforo total se utilizó el método de digestión ácida; para el nitrato se utilizó el método de reducción de cadmio; para el nitrito, el método de diazotización; el nitrógeno amoniacal se midió utilizando el método de Nessler y para el sílice se usó el método del silicomolibdato.

Los frústulos fueron limpiados siguiendo el método de digestión ácida de Rushford y fueron montadas con resina Naphrax®, y se elaboraron cuatro repeticiones de cada sitio de colecta. Las muestras fueron observadas con los microscopios Nikon Optiphot y E400 y los organismos se fotografiaron con las cámaras Nikon COLPIX S10 (E600) y Leica 260 (E400).

Para la muestra de conteo se tomó 1L de agua (removiendo el agua varias veces antes de tomar la muestra) y se filtró a través de una red para fitoplancton con una abertura de malla de 10 micrometros, se preservaron con lugol al 10%. El montaje de estas preparaciones se hizo con 100 µL de muestra. Para realizar el conteo se

seleccionaron algunos portaobjetos al azar de las cuatro repeticiones hechas. Las repeticiones se hicieron para cubrir el número requerido de frústulos contados por muestra, que fue un mínimo de 400 de acuerdo con la APHA (1998).

La muestra de diversidad se colectó metiendo la red de fitoplancton directamente al sitio de colecta, arrastrando y filtrando varias veces la muestra, lo anterior para concentrarla, se preservaron en formol al 3%. Se montaron a partir de tres gotas de muestra y fueron observadas al microscopio. Para la identificación se registró el patrón de silificación contando número de areolas, estrías y/o fíbulas, dependiendo de las características de cada especie.

Para la identificación se utilizaron las siguientes referencias: Krammer & Lange-Bertalot (1985, 1986, 1988, 1991a, 1991b); Krammer, 1997a, 1997b, 2000, 2003; Novelo, Tavera & Ibarra (2007) y Patrick & Reimer (1966, 1975). La descripción de las especies se organizó alfabéticamente de acuerdo al sistema de clasificación de Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), con algunas de las modificaciones propuestas por Round et al., (1990) para taxones supraespecíficos. Cada descripción incluye medidas y características genéricas de los potrones de silificación del frústulo, así como breves comentarios sobre la ecología de la especie.

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se transformaron aplicando logaritmo natural más uno ($\ln(n_i+1)$). Se realizó una prueba de normalidad y de homogeneidad de varianzas, tanto para la abundancia como para las variables abióticas. Se analizó la varianza de las medias poblacionales (ANOVA) con el paquete estadístico SPSS 17.0.

Posteriormente se realizó un análisis de regresión empleando las variables que fueron resaltadas como significativas por el ANOVA. Con base en el análisis de regresión se elaboró un modelo para representar las variables que posiblemente controlan la diversidad de las diatomeas en el PEX.

Se calculó la diversidad α de las comunidades para conocer su riqueza específica (Anexo Tablas 10 y 11). Como complemento se realizó una curva de rarefacción con el software EcoSim 7.0., para evaluar el esfuerzo de captura del muestreo (Moreno, 2001); esta curva permite estimar la riqueza de una muestra pequeña asumiendo que el tamaño de muestra no es igual en todas (Magurran, 2004).

La estructura de las comunidades se evaluó a través de modelos paramétricos de rango-abundancia (gráficos de Whittaker) que permiten resaltar diferencias de igualdad (*evenness* o equitabilidad) entre conjuntos. Este tipo de gráficos son métodos efectivos para ilustrar cambios a través de sucesiones por ejemplo, debidas a algún impacto ambiental. La forma de los gráficos se usa generalmente para inferir bajo cuál modelo de abundancia de especies se describen los datos (Magurran, 2004).

RESULTADOS

Descripción de especies

Se identificaron 68 especies, 3 variedades y una forma para los seis sitios de estudio de las cuales 2 son Centrales y 66 son Pennales.

División HETEROCONTOPHYTA

Clase BACILLAROPHYCEAE

Orden CENTRALES

Suborden COSCINODISCINEAE

Familia THALASSIOSIRACEAE

CYCLOTELLA Kützing

Cyclotella meneghiniana Kützing (Lám.1:1)

Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.

En vista valvar, el frústulo 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 muy marcadas; presenta 4 fultopórtulas en la parte central de la valva, generalmente se encuentran tres fultopórtulas juntas y una aislada en el lado opuesto. Las estrías son marginales, gruesas y terminan en el ápice, se dirigen al centro de la valva. Las areolas no son evidentes. Diámetro de la valva 17.6-21.5 μm . Diámetro del área central 7.6-11.5 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y es indiferente a ambientes oligohalobios (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

THALASSIOSIRA Cleve

Thalassiosira visurgis Hustedt (Lám.1:2)

Hustedt, F. (1957). Die Diatomeenflora des Fluss-systems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. *Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen* 34(3): 181-440, 1 pl.

En vista valvar, el frústulo es de forma circular, las areolas se encuentran acomodadas en forma radial, en el margen de la valva, pero en el centro no tienen un orden. Presenta una fultopórtula central. Las rimopórtulas son pequeñas y en algunos individuos no se distinguen bien por el acomodo de las areolas. Diámetro de la valva 19.7-24 μm . Areolas 16-20 en 10 μm . Filas de areolas 16-20 en 10 μm .

En la literatura esta especie se considera propia de aguas templadas y es indiferente al pH (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Orden PENNALES

Suborden ARAPHIDINEAE

Familia FRAGILARIACEAE

CTENOPHORA (Grunow) D.M. Williams et Round

Ctenophora pulchella (Ralfs ex Kützing) D.M. Williams et Round (Lám.1:3)
Williams, D.M. & Round, F.E. (1986). Revision of the genus *Synedra* Ehrenb. *Diatom Research* 1: 313-339.

Synedra pulchella (Ralfs ex Kützing) Kützing; Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne. *Exilaria pulchella* Ralfs ex Kützing; Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne. *Fragilaria pulchella* (Ralfs ex Kützing) Lange-Bertalot; Lange-Bertalot, H. (1980). Zur systematischen Bewertung der bandförmigen Kolonien bei *Navicula* und *Fragilaria*. Kriterien für die Vereinigung von *Synedra* (subgen. *Synedra*) Ehrenberg mit *Fragilaria* Lyngbye. *Nova Hedwigia* 33: 723-787.

En vista valvar, el frústulo es de forma lineal con márgenes paralelos en la porción central; los ápices son estrechos y redondeados. El área central es rectangular y no presenta estrías, el área axial es recta y muy estrecha. Las estrías se encuentran alineadas sobre el mismo eje. Largo 124.6-155.8 µm. Ancho 10-12.5 µm. Estrías 8-10 en 10 µm. Areolas 20 en 10 µm.

Esta especie es de amplia distribución geográfica, ha sido registrada para condiciones ambientales con intervalos amplios de salinidad y conductividad (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

MARTYANA Round

Martyana martyi (Héribaud) Round (Lám.1:4)
Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. (1990). *The Diatoms: Biology and morphology of the genera*. pp. i-xi, 1-747. Cambridge: Cambridge University Press.

Opephora martyi Héribaud; Héribaud, J. (1902). *Les Diatomées Fossiles d'Auvergne*. pp. 5-79, pl. 7-8. Paris: Librairie des Sciences Naturelles. *Fragilaria mutabilis* var. *intercedens* f. *martyi* (J.Héribaud) Cleve-Euler. *Fragilaria mutabilis* f. *martyi* (Héribaud) Cleve-Euler; Cleve-Euler, A. (1932). Die Kieselalgen des Tåkernsees in Schweden. *K. Svenska Vet. Akad. Handl., ser. 3* 11(2): 1-254. *Fragilaria mutabilis* var. *intercedens* (Héribaud) Cleve-Euler; Cleve-Euler, A. (1932). Die Kieselalgen des Tåkernsees in Schweden. *K. Svenska Vet. Akad. Handl., ser. 3* 11(2): 1-254. *Fragilaria martyi* (Héribaud) Lange-Bertalot; Lange-Bertalot, H. (1993). 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa vol.

2/1-4. *Bibliotheca Diatomologica* 27: 164 pp., 134 pl. *Staurosirella martyi* (Héribaud) E.A.Morales & K.M.Manoylov; Morales, E. & Manoylov, K.M. (2006). Morphological studies on selected taxa in the genus *Staurosirella* Williams et Round (Bacillariophyceae) from rivers in North America. *Diatom Research* 21(2): 343-364. *Fragilaria leptostauron* var. *martyi* (Héribaud) Lange-Bertalot; Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991). *Bacillariophyceae. 3 Teil. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.* - *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2/3. pp. 576. Jena: Gustav Fischer Verlag.

En vista valvar, el frústulo es de forma clavada. Las valvas son heteropolares, sin ápices prolongados, uno es redondeado, el otro es agudo-redondeado. Los márgenes son convexos en vista valvar. El área axial es recta y estrecha. El área central no se distingue. La estriación a lo largo de toda la superficie de la valva es paralela, las estrías son gruesas y constantes en toda la valva. Las areolas no son visibles. Largo 13.5- 16.5 μm . Ancho 4.8-5.9 μm . Estrías 6-9 en 10 μm .

Esta especie es considerada en aguas templadas (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

PSEUDOSTAUROSIRA D.M. Williams et Round

Pseudostaurosira brevistriata (Grunow) D.M. Williams et Round (Lám.1:5)
Williams, D.M. & Round, F.E. (1987). Revision of the genus *Fragilaria*. *Diatom Research* 2: 267-288.

Fragilaria brevistriata Grunow in van Heurck; Heurck, H. van (1885). *Synopsis des Diatomées de Belgique*. Texte. pp. 1-235. Anvers: Édité par l'auteur. *Nematoplata brevistriata* (Grunow) Kuntze; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum. Part 3 (3)*. pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck.

En vista valvar, el frústulo es de forma lanceolada con los ápices rostrados. Los márgenes son convexos. Los ejes apicales y transapicales, son simétricos. El área central no está definida, el área axial es amplia de forma lanceolada. La estriación es marginal, ligeramente radiada. Las areolas no son visibles. Largo 11.5-15.18 μm . Ancho 4.6-5.2 μm . Estrías 9-14 en 10 μm .

Esta especie se considera de amplia distribución geográfica, alcalófila, de oligohalobia a mesohalobia, en aguas con muy alta conductividad (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

STAUROSIRA (Ehrenberg) Lange-Bertalot

Staurosira construens var. ***venter*** (Ehrenberg) P. B. Hamilton (Lám.1:6)
Hamilton, P.B., Poulin, M., Charles, D.F. & Angell, M. (1992). *Americanarum Diatomarum Exsiccata: CANA, Voucher Slides from Eight Acidic Lakes in Northeastern North America*. *Diatom Research* 7(1): 25-36.

B: *Fragilaria venter* Ehrenberg; Ehrenberg, C.G. (1854). *Mikrogeologie; das erden und felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbstständigen Lebens auf der Erde*. pp. Atlas pls 1-40. Leipzig: Leopold Voss.

En vista valvar, el frústulo es de forma variable, de circular hasta elíptica, los ejes apical y transapical, son simétricos, la valva no presenta prolongación de los ápices y los polos son redondeados. La vista valvar presenta márgenes convexos. El área central es escasa y el área axial es estrecha y recta. La estriación es marginal paralela, el arreglo de las estrías es regular. Largo 4.6-13.2 μm . Ancho 3.9-6.6 μm . Estrías 10-15 en 10 μm .

Esta variedad es considerada para regiones templadas con algunos registros tropicales, indiferente al pH y contenido de sal, alcalófila (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

STAUROSIRELLA D.M. Williams et Round

Staurosirella leptostauron (Ehrenberg) D.M. Williams et Round (Lám.1:7)
Williams, D.M. & Round, F.E. (1987). Revision of the genus *Fragilaria*. *Diatom Research* 2: 267-288.

Bibliarium leptostauron Ehrenberg; Ehrenberg, C.G. (1854). *Mikrogeologie; das erden und felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbstständigen Lebens auf der Erde*. pp. Atlas pls 1-40. Leipzig: Leopold Voss. *Fragilaria leptostauron* (Ehrenberg) Hustedt; Hustedt, F. (1927-66). *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz Band VII Die Kieselalgen*. pp. 7(2):1-176 (1931); S.177-320 (1932); S.321-432 (1933); S.433-576 (1933); S. 577-736 (1937); S. 737-845 (1959); 7(3):1-816 (1961-1966). Leipzig: Akademische.

En vista valvar, el frústulo es de forma rómbica; los ejes apicales y transapicales son simétricos, con los ápices redondeados y los márgenes centrales están extendidos. El área central es amplia y el área axial es estrecha. Estrías marginales radiadas y gruesas. En el centro de la valva presenta cuatro estrías más largas que el resto. Las areolas no son visibles. Largo 14.5-15.8 μm . Ancho 5.9-11.8 μm . Estrías 8-10 en 10 μm .

Esta especie es considerada para zonas templadas, con algunos registros tropicales, alcalófila, indiferente al pH, oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Staurosirella pinnata (Ehrenberg) D.M. Williams et Round (Lám.1:8)
Williams, D.M. & Round, F.E. (1987). Revision of the genus *Fragilaria*. *Diatom Research* 2: 267-288.

Fragilaria pinnata Ehrenberg

En vista valvar, el frústulo tiene forma romboide, los ejes apicales y transapicales son simétricos, los ápices de la valva son redondeados. Presenta una pseudorafe

estrecha. 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 areolas no son visibles. Largo 10.2- 13.8 μm . Ancho 3.9-7.1 μm . Estrías 8-15 en 10 μm .

Lo referido en la bibliografía para esta especie en cuanto a la forma de la valva es que va desde romboide hasta lanceolada, pero los individuos observados en el PEX, solo tenían forma romboide.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y eurihalobia (Novelo et al., 2007). Ampliamente distribuida en agua dulce (Patrick y Reimer, 1966).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

ULNARIA Compère

Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère (Lám.1:9)
Compère, P. (2001). *Ulnaria* (Kützing) Compère, a new genus name for *Fragilaria* subgen. *Alterasynedra* Lange-Bertalot with comments on the typification of *Synedra* Ehrenberg. In: *Lange-Bertalot Festschrift. Studies on diatoms dedicated to Prof. Dr. Dr. h.c. Horst Lange-Bertalot on the occasion of his 65th birthday.* (Jahn, R., Kociolek, J.P., Witkowski, A. & Compère, P. Eds), pp. 97-101. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G.

Bacillaria ulna Nitzsch; Nitzsch, C.L. (1817). Beitrag zur Infusorienkunde oder Naturbeschreibung der Zerkarien und Bazillarien. *Neue Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Halle* 3(1): 1-128, 6 pl. *Frustulia ulva* (Nitzsch) C.A.Agardh; Agardh, C.A. (1829). Über die gegen meine Ansichten in der Physiologie der Algen gemachten Einwürfe. *Verhandlungen der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher* 14(2): 767-768, pl.42. *Exilaria ulna* (Harvey) Jenner; Jenner, E. (1845). *A flora of Tunbridge Wells: being a list of indigenous plants within a radius of fifteen miles around that place.* pp. 260. Tunbridge Wells, London. *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot; Lange-Bertalot, H. (1980). Zur systematischen Bewertung der bandförmigen Kolonien bei *Navicula* und *Fragilaria*. Kriterien für die Vereinigung von *Synedra* (subgen. *Synedra*) Ehrenberg mit *Fragilaria* Lyngbye. *Nova Hedwigia* 33: 723-787.

En vista valvar, el frústulo es de forma alargada y lineal, con el eje apical recto; los ápices de la valva son alargados y rostrados, los polos son redondos. El área central es rectangular con 1-2 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. Largo 59.6-177.5 μm . Ancho 2.5- 8.3 μm . Estrías en 18-23 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila, eurihalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Suborden RAPHIDINEAE

Familia EUNOTIACEAE

EUNOTIA Ehrenberg

Eunotia flexuosa (Brébisson) Kützing

(Lám.1:10)

Synedra flexuosa Brébisson ex Kützing

En vista valvar, el frústulo es de forma lineal, está ligeramente arqueado. Los polos son redondeados. La fisura distal de la rafe se extiende aproximadamente hasta 1/8 de la valva. Las estrías son paralelas a lo largo de toda la valva. Largo 67.1 µm. Ancho 2.1 µm. Estrías 25 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, se ha encontrado en aguas oligotróficas, con bajo contenido electrolítico (Krammer y Lange-Bertalot, 1988).

Esta especie se encontró únicamente en el lago Acitlalín.

Eunotia pectinalis (Kützing) Rabenhorst

(Lám.1:11)

En vista valvar el frústulo es de forma arqueada y alargada. Los polos son redondeados y ligeramente subcapitados. Presentan una ligera ondulación en los márgenes, aproximadamente 2 crestas y la parte central de la valva se aprecia ligeramente hinchada. Las estrías son paralelas y en cada valle de la ondulación, se encuentran más separadas que el resto. Largo 94.6-117.8 µm. Ancho 8.3-11.2 µm. Estrías en el centro 11-12 en 10 µm; en los ápices 13-15 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, en diferentes tipos de agua, como lo es agua con pocos electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot, 1988).

Esta especie se encontró en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo y en el lago Acitlalín.

Familia ACHNANTHACEAE

ACHNANTHES Bory

Achnanthes hungarica (Grunow) Grunow

(Lám.1:12)

Cleve, P. T. & Grunow, A. (1880). Beiträge zur Kenntniss der arctischen Diatomeen. *Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. Ser. 4* 17(2): 1-121, 7 pl.

Achnanthidium hungaricum Grunow; Grunow, A. (1863). Über einige neue und ungenügend bekannte Arten und Gattungen von Diatomaceen. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 13: 137-162, pls 13-14. *Achnanthes andicola* (Cleve) Hustedt. *Achnanthes pseudohungarica* Cholnoky-Pfannkuche.

En vista valvar, el frústulo es de forma linear-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. La rafe es filiforme los nódulos proximales son cerrados en forma de gota, los nódulos distales se curvan ligeramente en direcciones opuestas. Estrías ligeramente radiadas. La valva sin rafe presenta una pseudorafe estrecha, con algunas estrías cortas en la parte media de la valva, las estrías son lineales, ligeramente radiadas. Largo 24.6-39.6 μm . Ancho 7.1-8.7 μm . Estrías 9-20 en 10 μm .

Generalmente se encuentra en lagos, charcas y ocasionalmente en flujos de agua, pero no se ha encontrado en gran número. Se considera una especie alcalófila (Patrick y Reimer, 1966).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Achnanthes inflata* (Kützing) Grunow**

(Lám.1:13)

En vista valvar, el frústulo es de forma elíptica, con tres ondulaciones, polos redondeados. En la valva con rafe el área central tiene forma de reloj de arena estrecho hacia los márgenes y el centro es circular. La valva sin rafe, las estrías son punteadas y paralelas en el centro, 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 en toda la superficie de la valva, que no presentan areolas. Largo 27.7-38.1 μm . Ancho 11.2-11.6 μm . Proporción largo-ancho 2:1. Estrías en la valva sin rafe 13-14 en 10 μm . Areolas en la valva sin rafe 24 en 10 μm .

Esta especie es considerada como de amplia distribución geográfica, generalmente habita en ríos, arroyos, canales y lagos. Es una especie perifítica y también planctónica, alcalófila y oligohalobia.

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el charco y en el lago Acitlalín.

ACHNANTHIDIUM Kützing

***Achnanthidium exiguum* (Grunow) Czarnecki**

(Lám.1:14)

En vista valvar, el frústulo es de forma elíptica con prolongaciones, los ápices son rostrados y los polos son redondeados. En la valva con rafe, la rafe es recta y filiforme, presenta estrías radiadas con un gran espacio en el centro de la valva, el área central es estrecha y el área axial es recta y estrecha. En la valva sin rafe las estrías son paralelas, el área axial es estrecha y el área central presenta una forma rectangular y no presenta estrías en esta zona. Largo 8.5-10.5 μm . Ancho 3.9- 5.2 μm . Estrías en la valva sin rafe 10-12 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y eurihalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

COCCONEIS Ehrenberg

Cocconeis placentula Ehrenberg (Lám.1:15)
Ehrenberg, C.G. (1838). *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Atlas*. pp. i-xvii, 1-548, pls I-LXIV. Leipzig: Verlag von Leopold Voss.

Cocconeis pediculus var. *placentula* (Ehrenberg) Grunow; Grunow, A. (1867). Algae. In: *Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde in den Jahren 1857, 1858, 1859...Botanischer Theil. Erster Band. Sporenpflanzen*. (Fenzl, E. Eds), pp. 1-104. *Cocconeis communis* f. *placentula* (Ehrenberg) Chmielevski; Chmielevski, W.F. (1885). Materialy dlya flory vodoroslei Bessarabskoi gub. *Zapiski i protokoly Novorossiiskago Obshchestva estestvoispytatelei* 10(2): 76-85.

En vista valvar, el frústulo es de forma elíptica, con el eje apical arqueado dorsiventralmente. La valva con rafe presenta un área axial estrecha, el área central es circular y pequeña, la forma de la rafe es filiforme. Las estrías son radiadas, curvadas y no son continuas hasta el margen, presentan una interrupción hialina. La valva sin rafe, presenta un área axial recta y estrecha, con una pseudorafe lineal; las estrías son radiadas y curvadas, presentan una separación reducida y se acomodan longitudinalmente con una ligera ondulación; en los polos de la valva las estrías forman líneas curvadas. Las areolas son circulares cercanas a la pseudorafe y conforme se van acercando al margen y a los polos, se alargan ligeramente. Largo 26.6-48.1 µm. Ancho 17.1-26.5 µm. Estrías 12-22 en 10 µm en la valva sin rafe. Areolas 7-14 en 10 µm en la valva sin rafe.

El carácter que permitió distinguir a los individuos del PEX, fue la ligera ondulación que presentaban las estrías.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y es oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Cocconeis placentula var. ***euglypta*** (Ehrenberg) Cleve (Lám.2:1)
Cleve, P.T. (1894). Synopsis of the naviculoid diatoms. Part I. *Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, ser. 4* 26(2): 1-194.

Cocconeis euglypta Ehrenberg; Ehrenberg, C.G. (1854). *Mikrogeologie; das erden und felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbstständigen Lebens auf der Erde*. pp. Atlas pls 1-40. Leipzig: Leopold Voss.

En vista valvar, el frústulo es de forma elíptica; es generalmente más pequeña que la variedad nominal. Presentan polos obtusos. La valva con rafe presenta un área axial estrecha, el área central es circular y pequeña, la forma de la rafe es filiforme. Las estrías son radiadas y curvadas, las estrías no son continuas hasta el margen, presentan una interrupción hialina. La valva sin rafe, presenta un área

axial recta y estrecha; presenta una pseudorafe lineal, las estrías son radiadas y ligeramente curvadas, toscamente punteadas; en los polos de la valva las estrías forman líneas curvadas. Las estrías están más separadas unas de otras y longitudinalmente forman líneas ligeramente más rectas. Largo 19.9-32.8 μm . Ancho 13.2-20 μm . Estrías 20 en 10 μm en la valva sin rafe. Areolas 18-22 en 10 μm en la valva sin rafe.

El principal carácter que permitió distinguir éste taxa de los demás, fue su talla, la cual es más pequeña que las otras dos.

Esta variedad es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y es oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Cocconeis placentula* var. *lineata (Ehrenberg) Cleve (Lám.2:2)
Cleve, P.T. (1894). Synopsis of the naviculoid diatoms. Part I. *Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, ser. 4* 26(2): 1-194.

Cocconeis lineata Ehrenberg; Ehrenberg, C.G. (1843). Verbreitung und einfluss des mikroskopischen lebens in Süd- und Nord-Amerika. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1841: 291-466, Pls 1-4.

En vista valvar, el frústulo es de forma elíptica, los ejes apicales son arqueados dorsiventralmente. La valva con rafe presenta un área axial estrecha, el área central es circular y pequeña, la forma de la rafe es filiforme. Las estrías son radiadas y curvadas, las estrías no son continuas hasta el margen, presentan una interrupción hialina. La valva sin rafe, presenta un área axial recta y estrecha, presenta una pseudorafe lineal, las estrías son radiadas y curvadas, presentan una separación estrecha entre estrías; en los polos de la valva las estrías forman líneas curvadas. Las areolas son ligeramente alargadas, el arreglo de las areolas produce una ondulación longitudinal en forma de zig-zag. Largo 27.1-45 μm . Ancho 16-6-24.6 μm . Estrías 14-19 en 10 μm en la valva sin rafe. Areolas 6-11 en 10 μm en la valva sin rafe.

El carácter que permitió distinguir éste taxa fue la ondulación en zig-zag de las estrías, la cual es evidente en los individuos encontrados en el PEX.

Esta variedad es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y es oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Familia NAVICULACEAE

ANOMOEONEIS Pfitzer

***Anomoeoneis costata* (Kützing) Hustedt (Lám.2:3)**

En vista valvar, el frústulo es de forma rómbica, con los ápices redondeados; las fisuras distales de la rafe están curvadas hacia el mismo lado. El área axial es amplia y recta, el área central es amplia con pocas estrías, pero la densidad de estrías es alta entre más cerca se está de los ápices. La alineación longitudinal de las areolas es en forma de zig-zag. En el centro de la valva se encuentra una hilera de areolas separadas del resto. Largo 46.4-69.06 μm . Ancho 16.9-24.6 μm . Estrías 13-16 en 10 μm . Areolas 12-16 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y eurihalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Anomoeoneis sphaerosphora* Pfitzer (Lám.2:4)**

En vista valvar, el frústulo es de forma elíptica-lanceolada con los ápices prolongados y rostrados. El área axial es lineal, delimitada por una hilera de areolas a lo largo de la valva; el área central presenta una zona hialina en forma de ocho. Las fisuras distales de la rafe se encuentran curvadas hacia el mismo lado. Las estrías son paralelas y radiadas. Las areolas son evidentes. Largo 26.9-56.1 μm . Ancho 7.4 – 16.5 μm . Estrías 15-16 en 10 μm . Areolas 29-35 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y halófila (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Anomoeoneis sphaerosphora f. sculpta* (Ehrenberg) Krammer (Lám.2:5)**

En vista valvar, el frústulo es de forma elíptica-lanceolada, con ápices agudos y polos redondeados. El área axial es estrecha, delimitada por una hilera de areolas a lo largo de toda la valva; el área central es amplia y en forma de ocho, el espacio que se forma es más grande de un lado. Las estrías no se encuentran bien definidas, son paralelas en el centro y convergentes hacia los ápices, con una ligera curvatura. Longitudinalmente las areolas del centro se acomodan en forma de zig-zag y las areolas cerca de los márgenes se encuentran ordenadas en hileras. Largo 40.7-120.8 μm . Ancho 15.8 – 46.6 μm . Estrías de 12-15 en 10 μm .

Esta especie es de amplia distribución geográfica y habita aguas con alta conductividad (Krammer y Lange-Bertalot, 1986).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

CRATICULA Grunow

***Craticula cuspidata* (Kützing) D. G. Mann (Lám.3:1)**
Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. (1990). *The Diatoms: Biology and morphology of the genera*. pp. i-xi, 1-747. Cambridge: Cambridge University Press.

Frustulia cuspidata Kützing; Kützing, F.T. (1834 '1833"). Synopsis diatomearum oder Versuch einer systematischen Zusammenstellung der Diatomeen. *Linnaea* 8: 529-620, Plates XIII-XIX [79 figs]. *Navicula cuspidata* (Kützing) Kützing; Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne. *Vanheurckia cuspidata* (Kützing) Brébisson; Brébisson A. de (1869). Extrait d'un Essai Monographique sur les *Vanheurckia*, nouveau genre appartenant à la tribu des Diatomacées Naviculées. *Annales de la Société Phytologique et Micrographique de Belgique* 1: 201-206, 1pl. *Schizonema cuspidatum* (Kützing) Kuntze; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum*. Part 3 (3). pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck. *Navicula cuspidata* var. *heribaudii* Peragallo in Héribaud; Héribaud, J. (1893). *Les Diatomées d'Auvergne*. pp. 255, pl.1-6. Paris: Lib. Sci. Natur. *Navicula cuspidata* f. *heribaudi* (M.Peragallo) Cleve-Euler; Cleve-Euler, A. (1952). Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Part V. (Schluss.). *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, ser. IV 3(3): 1-153, figs 1318-1583, pl. 7.

En vista valvar, el frústulo es de forma lanceolada, con ápices ligeramente rostrados, polos redondeados. Los márgenes son convexos. El área axial es recta y estrecha, el área central es recta y un poco amplia. La rafe es recta y filiforme, las fisuras terminales de la 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. Largo 101.2-144.4 µm. Ancho 23.2-28.2 µm. Estrías 18-36 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Craticula halophila* (Grunow) D.G. Mann in Round, Crawford, & Mann (Lám.3:2)**
Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. (1990). *The Diatoms: Biology and morphology of the genera*. pp. i-xi, 1-747. Cambridge: Cambridge University Press.

Craticula perrotettii Grunow; Grunow, A. (1867). Algae. In: *Reise der Österreichischen Fregatte Novara um die Erde in den Jahren 1857, 1858, 1859 unter den Befehlen des Commodore B. von Wüllerstorff-Urbair*. *Navicula cuspidata* var. *halophila* Grunow in Van Heurck; Heurck, H. van (1885). *Synopsis des Diatomées de Belgique*. Texte. pp. 1-235. Anvers: Édité par l'auteur. *Navicula halophila* (Grunow in Van Heurck) Cleve 1894; Cleve, P.T. (1894). Synopsis of the naviculoid diatoms. Part I. *Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, ser. 4 26(2): 1-194. *Schizonema halophilum* (Grunow) Kuntze; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum*. Part 3 (3). pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck. *Navicula halophila* var. *subcapitata* Oestrup; Østrup, E. (1910). *Danske Diatomeer*. pp. 323, 5pl. Kjobenhavn: C.A. Reitzel Boghandel. *Navicula halophila* f. *robusta* Hustedt; Hustedt, F. (1959). Die Diatomeenflora des Neusiedler Sees im österreichischen Burgenland. *Österreichische Botanische Zeitschrift* 106(5): 390-430. *Craticula halophila* f. *robusta* (Hustedt) Czarnecki Czarnecki, D.B. (1994). The freshwater diatoms culture collection at Loras College, Dubuque, Iowa. 155-174: In: Proceedings of the 11 International Diatom Symposium (J.P. KOCIOLEK, ed.) *Memoirs of the California Academy of Sciences*.

En vista valvar, el frústulo es de forma lanceolada, con márgenes convexos, con ápices subcapitados y polos redondeados. La rafe es recta con fisuras proximales cerradas y las fisuras distales obtusas. El área axial es estrecha y recta, el área central se encuentra poco diferenciada del área axial, que es un poco más amplia. Las estrías son paralelas a lo largo de toda la valva, las estrías centrales son ligeramente radiales y las estrías de los ápices son ligeramente convergentes. Largo 17.5 μm . Ancho 4 μm . Estrías 28 en 10 μm .

Esta especie habita cuerpos de agua salobre, con alto contenido mineral (Patrick y Reimer, 1966).

Esta especie se encontró únicamente en el lago Huetzalín.

DIADESMIS Kützing

***Diadismis confervacea* Kützing**

(Lám.3:3)

Diadismis confervaceoides Lange-Bertalot & U.Rumrich

En vista valvar, el frústulo es pequeño de forma elipsoidal-lanceolada, con márgenes convexos, presenta unos ápices poco marcados, polos redondeados. La rafe es recta, las fisuras terminales y proximales son rectas. El nódulo central es evidente. El área axial es amplia, el área central presenta un engrosamiento en los límites del área central; las estrías son regulares y cortas, en el centro de la valva son ligeramente más toscas y espaciadas que el resto. Las areolas no son visibles. Largo 7.9-19.3 μm . Ancho 4.1-7.1 μm . Estrías 27-35 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

DIPLONEIS Ehrenberg

***Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve**

(Lám.3:4)

Cleve, P.T. (1891). The diatoms of Finland. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 8(2): 1-70. Cleve, P.T. (1891). The diatoms of Finland. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 8(2): 1-70.

Pinnularia ovalis Hilse; Hilse, W. (1860). Beitrage zur Algen- und Diatomeen-Kunde Schlesiens, insbesondere Strehlens. *Jahresbericht des Akademischen Naturwissenschaftlichen Vereins zu Breslau* 1860: 75-86.

En vista valvar, el frústulo es de forma elíptica-redondeada, con polos redondeados. El área axial es ligeramente estrecha y recta, el área central es elíptica y amplia. Las estrías están ligeramente radiadas a lo largo de toda la valva. Las areolas están alineadas longitudinalmente con una ondulación central. Largo 26.1-31.8 μm . Ancho 12.5-15.3 μm . Estrías 11-14 en 10 μm . Areolas 12-20 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

HIPPODONTA Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski

Hippodonta hungarica (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski (Lám.3:5)
Lange-Bertalot, H., Metzeltin, D. & Witkowski, A (1996). *Hippodonta* gen. nov. Umschreibung und Begründung einer neuer Gattung der *Naviculaceae*. *Iconographia Diatomologica* 4: 247-275.

Navicula hungarica Grunow ; Grunow, A. (1860). Über neue oder ungenügend gekannte Algen. Erste Folge, Diatomeen, Familie Naviculaceen. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 10: 503-582, pls III-VII. *Navicula viridula* var. *hungarica* (Grunow) Peragallo & Peragallo; Peragallo, H. & Peragallo, M. (1897). *Diatomées marines de France et des Districts Maritimes Voisins. Atlas*. Grez-sur-Loing (S. et M.): J. Tempère, Micrographe-Editeur, pl.1-24. *Navicula capitata* var. *hungarica* (Grunow) R.Ross; Ross, R. (1947). Freshwater Diatomeae (Bacillariophyta). In *Botany of the Canadian Eastern Arctic. Pt. II: Thalophyta and Bryophyta*, ed. by N. Polunin. *Nat. Mus. Can. Bull.* 97: 178-233, 3 pl.

En vista valvar, el frústulo es pequeño de forma rombo-elíptica. Los márgenes son convexos. Los ápices están extendidos y los polos son redondeados. El área axial es estrecha, el área central es reducida de forma romboide, rodeada con 1-3 estrías en cada margen, entre cada estría central hay un espacio amplio. La rafe es lineal, las fisuras proximales y terminales son rectas. Las estrías son gruesas y cortas, pero conforme se acercan al centro de la valva se van alargando, la estría central es la más corta y las de los extremos son las más largas de la valva. Largo 12.1-20.4 µm. Ancho 2.1-5.9 µm. Estrías 9-16 en 10 µm.

Se considera que esta especie está presente sólo en América tropical, alcalófila y oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

LUTICOLA D.G. Mann

Luticola goeppertiana (Bleisch) D.G. Mann (Lám.3:6)
Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. (1990). *The Diatoms: Biology and morphology of the genera*. pp. i-xi, 1-747. Cambridge: Cambridge University Press.

Navicula mutica f. *goeppertiana* Bleisch. *Stauroneis goeppertiana* Bleisch ex Rabenhorst; Rabenhorst, L. (1861). *Die Algen Europa's. Decas* 119-120. *Navicula mutica* var. *goeppertiana* (Bleisch) Grunow in van Heurck; Heurck, H. van (1880). *Synopsis des Diatomées de Belgique Atlas*. pp. pls 1-30. Anvers: Ducaju et Cie. *Placoneis mutica* var. *goeppertiana* (Bleisch) Mereschkowsky; Mereschkowsky, C. (1903). Über *Placoneis*, ein neues Diatomeen-Genus. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt* 15(1): 1-30, pl.1.

En vista valvar, el frústulo es pequeño de forma lanceolada, con márgenes convexos sin ápices extendidos y polos agudos. La rafe es lineal. El área axial es estrecha y lineal, el área central tiene forma de reloj de arena, cerca de uno de los

márgenes presenta una areola aislada del resto. Las estrías son radiadas. El área central es lisa con tres estrías marginales muy cortas, con el mismo espacio entre una y otra. Largo 17.4-36.8 μm . Ancho 5.2- 11.8 μm . Estrías 14-24 en 10 μm . Areolas 12-28 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y oligohalobia. Preferentemente en zonas con altas concentraciones de electrolitos, presente en sustratos cársticos, (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo y en el lago Acitlalín.

NAVICULA Bory

***Navicula cryptocephala* Kützing (Lám.3:7)**
Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.

Schizonema cryptocephalum (Kützing) Kuntze ; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum. Part 3 (3)*. pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck. *Navicula cryptocephala* Lange-Bertalo; Lange-Bertalot, H. (1993). 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa vol. 2/1-4. *Bibliotheca Diatomologica* 27: 164 pp., 134 pl.

En vista valvar, el frústulo es de forma lanceolada con los ápices sub-capitados. El área axial es recta, el área central es amplia con los márgenes ligeramente convexos. La rafe es filiforme y las fisuras proximales terminan en forma de gota. Las estrías son radiadas en el centro y en los ápices son ligeramente convergentes. Largo 11-17.5 μm . Ancho 2.8-3.4 μm . Estrías 22-30 en 10 μm .

Ampliamente distribuida, presente en agua ligeramente salobre (Patrick y Reimer, 1966).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Navicula radiosa* Kützing (Lám.3:8)**
Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.

Navicula gracilis var. *radiosa* (Kützing) Rabenhorst; Rabenhorst, L. (1847). *Deutschlands Kryptogamen-Flora...Zweiter Band. Zweite Abteilung: Algen*. pp. XIX + 216. Leipzig. *Schizonema radiosum* (Kützing) Kuntze; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum. Part 3 (3)*. pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck.

En vista valvar, el frústulo es de forma lanceolada y estrecha, los márgenes son ligeramente convexos. Los ápices son alargados y los polos son redondeados. La rafe es filiforme ligeramente lateral, 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 radiadas en el centro de la valva y convergentes en los ápices. La areolación es muy fina. Largo 59.4-105 μm . Ancho 9.9-10.5 μm . Estrías 10-12 en 10 μm . Areolas 30-32 en 10 μm .

Esta especie es de amplia distribución geográfica. Presente en rangos amplios de conductividad, puede estar en aguas muy pobres en electrolitos hasta aguas ricas en electrolitos. Resiste aguas con mucha o poca alcalinidad. Vive en aguas desde oligotróficas hasta eutróficas. Las poblaciones son sensibles a aguas residuales, evita aguas saprobias (Lange-Bertalot, 2001).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Navicula recens (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot (Lám.3:9)
Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1985). Naviculaceae. *Bibliotheca Diatomologia* 9: 1-230.

Navicula cari var. *recens* Lange-Bertalot; Lange-Bertalot, H. (1980). Zur taxonomische Revision einiger ökologisch wichtiger "*Naviculae lineolatae*" Cleve. Die Formenkreise um *Navicula lanceolata*, *N. viridula*, *N. cari*. *Cryptogamie: Algologie* 1(1): 29-50.

En vista valvar, el frústulo es de forma elíptica-lanceolada, con márgenes convexos. Los ápices son agudos y los polos redondeados. La rafe es filiforme, con fisuras proximales en forma de gota. El área axial es muy estrecha, el área central es de forma variable, de ligeramente redondeada a cuadrada. Las estrías son ligeramente radiadas en el centro y un poco convergentes hacia los ápices. Largo 19.8-25.7 μm . Ancho 5.2-7.2 μm . Estrías 13-16 en 10 μm . Areolas de 26- 30 en 10 μm .

Actualmente se conoce en Europa y en el este de Jamaica, formando poblaciones dispersas y relativamente abundantes en aguas salobres, también se encuentra en grandes ríos eutróficos. Habita lugares con alto contenido electrolítico y son tolerantes incluso a niveles críticos de ambientes β - α -mesosapróbicos (Lange-Bertalot, 2001).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Navicula reinhardtii (Grunow) Grunow in Cleve & Möller (Lám.4:1)
Cleve, P.T. & Möller, J.D. (1877). *Diatoms. Part I, No. 1-48*. . Upsala: Esatas Edquists Boktryckeri.

Stauroneis reinhardtii Grunow; Grunow, A. (1860). Über neue oder ungenügend gekannte Algen. Erste Folge, Diatomeen, Familie Naviculaceen. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 10: 503-582, pls III-VII.

En vista valvar, el frústulo es de forma elíptica-lanceolada, ápices obtusos y polos redondeados y ligeramente subcapitados. La rafe es filiforme ligeramente lateral. El área axial es estrecha, el área central es transversalmente amplia, esta forma

parece irregular debido a la alternancia de estrías cortas y largas que la rodean. Las estrías de la parte central son radiadas y en los ápices son paralelas, las areolas son gruesas. Largo 64 μm . Ancho 16.5 μm . Estrías de 7-8 en 10 μm . Areolas 21 en 10 μm .

Esta especie es de amplia distribución geográfica, sus poblaciones generalmente son pobres en individuos. Se encuentra en aguas meso- o eutróficas con un contenido electrolítico promedio, tolerante a aguas β -mesosarpobias (Lange-Bertalot, 2001).

Esta especie únicamente se encontró en el lago Huetzalín.

***Navicula veneta* Kützing**

(Lám.3:10)

Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.

Navicula cryptocephala var. *veneta* (Kützing) Rabenhorst; Rabenhorst, L. (1864). *Flora europaea algarum aquae dulcis et submarinae. Sectio I*. pp. 1-359. Lipsiae [Leipzig]: apud E. Kummerum. *Navicula cryptocephala* f. *veneta* (Kützing) Hustedt; Hustedt, F. (1957). Die Diatomeenflora des Fluss-systems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. *Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen* 34(3): 181-440, 1 pl. *Navicula lancettula* Schumann; Schumann, J. (1867). Preussische diatomeen. *Schr. K. Phys.-Ökon. Ges. Königsberg* 8: 37-68, Plates 1-3. *Navicula cryptocephala* var. *lancettula* (Schumann) Grunow in van Heurck; Heurck, H. van (1880). *Synopsis des Diatomées de Belgique* Atlas. pp. pls 1-30. Anvers: Ducaju et Cie. *Navicula cryptocephala* var. *subsalina* Hustedt; Hustedt, F. (1925). Bacillariales aus den Salzwässern bei Oldesloe in Holstein. *Mitteilungen der geographischen Gesellschaft und der Naturhistorischen Museums in Lubeck, zweite Reihe* 30: 84-121.

En vista valvar, el frústulo es de forma lineal-lanceolada, los ápices son estrechos, ligeramente sub-capitados, polos redondeados. El área axial es recta y estrecha, el área central es amplia y tiene forma elíptica-lanceolada. Estrías radiadas a lo largo de la valva y en los ápices convergen ligeramente en forma paralela; en ambos lados del área central de la valva hay dos estrías medianas. Largo 10.2-16.5 μm . Ancho 3.1-4.3 μm . Estrías 20-28 en 10 μm .

Es más común en aguas salobres aunque también se ha encontrado en agua dulce con alto contenido mineral (Patrick y Reimer, 1966).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg**

(Lám.3:11)

Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.

Frustulia viridula Kützing; Kützing, F.T. (1834 '1833"). *Synopsis diatomearum oder Versuch einer systematischen Zusammenstellung der Diatomeen*. *Linnaea* 8: 529-620, Plates XIII-XIX [79 figs].

En vista valvar, el frústulo tiene forma lineal-lanceolada, los polos son estrechos y obtusos, con los ápices rostrados. El área axial de la valva es estrecha, el área central es amplia y redondeada. Las estrías se encuentran ligeramente radiadas a lo largo de toda la valva y se acomodan de forma paralela en los ápices. Las

estrías del área central se encuentran más separadas que las del resto de la valva. Largo 17.4-24 μm . Ancho 3-4.3 μm . Estrías 17-26 en 10 μm . Areolas de 28-30 en 10 μm .

De amplia distribución geográfica, generalmente se encuentra en aguas circumneutras, ligeramente alcalinas, y es oligohalobia (Patrick y Reimer, 1966).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

NAVICULADICTA H. Lange-Bertalot in H. Lange-Bertalot & G. Moser

Naviculadicta brasiliana (Cleve) D. Metzeltin & H. Lange-Bertalot in H. Lange-Bertalot (Lám.4:2)

En vista valvar, el frústulo es de forma lineal-lanceolada, los márgenes son ligeramente convexos. Los ápices son ligeramente agudos y los polos son redondeados. La rafe es lateral, las fisuras proximales son en forma de gota y las distales están curvadas hacia el mismo lado, en un ángulo de 90°. El área axial es recta y amplia, el área central se extiende longitudinalmente formando una elipse. Las estrías son radiadas en la mayor parte de la valva y convergentes hacia los ápices, en la parte central las estrías se encuentran ligeramente más separadas entre ellas, en comparación con el resto. Además se distribuyen en un patrón alternado entre estrías cortas y largas en ambos lados de la valva y en los extremos las estrías son más densas. La areolación es evidente. Largo 39.2-48.1 μm . Ancho 10.5-12.8 μm . Estrías 21-26 en 10 μm . Areolas 25-30 en 10 μm .

Hasta el momento solo se ha registrado en las regiones más cálidas del sur de África y América del norte (Krammer y Lange-Bertalot, 1986). También se ha reportado en las Islas Guadalupe (Bourrelly y Manguin, 1952).

Esta especie únicamente se encontró en el lago Huetzalín.

NEIDIUM Pfitzer

Neidium ampliatus (Ehrenberg) Krammer in Krammer & Lange-Bertalot (Lám.4:3) Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1985). Naviculaceae. *Bibliotheca Diatomologia* 9: 1-230.

Navicula ampliata Ehrenberg. *Neidium iridis* var. *ampliatus* (Ehrenberg) Cleve.

En vista valvar, el frústulo es de forma lineal con amplios ápices rostrados y los polos redondeados. El área axial es estrecha y recta, el área central es rectangular. La rafe ligeramente filiforme con una desviación reverso-lateral, las fisuras proximales de la rafe están curvadas en 90° a lados opuestos, ocupando toda el área central, las fisuras distales de la rafe son bifurcadas. Las estrías son rectas, paralelas y punteadas, la estriación es muy fina y se aprecia la areolación. Largo 75-104.5 μm . Ancho 13.4-19.9 μm . Estrías 18-23 en 10 μm . Areolas 12-16 en 10 μm .

Esta especie es considerada cosmopolita en regiones montañosas (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

PINNULARIA Ehrenberg

***Pinnularia acrosphaeria* W. Smith**

(Lám.4:4)

Pinnularia acrosphaeria Rabenhorst; Rabenhorst, L. (1853). *Die Süßwasser-Diatomaceen (Bacillarien.): für Freunde der Mikroskopie.* pp. i-xii, 1-72. Leipzig: Eduard Kummer.

En vista valvar, el frústulo 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. La rafe es recta y ligeramente lateral, con las fisuras proximales en forma de gota, con un ligero desnivel y la misma orientación, 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. Largo 27.7-40.3 μm . Ancho 4.6-6.2 μm . Estrías 18-23 en 10 μm .

Esta especie es considerada tropical, con algunos registros en zonas templadas, alcalófila y oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Pinnularia acuminata* W. Smith**

(Lám.4:5)

Smith, W. (1853). *A synopsis of the British Diatomaceae; with remarks on their structure, function and distribution; and instructions for collecting and preserving specimens.* Vol. 1 pp. [v]-xxxiii, 1-89, 31 pls. London: John van Voorst.

Navicula acuminata (Smith) Ralfs in Pritchard; Pritchard, A. (1861). *A history of infusoria, living and fossil: arranged according to Die Infusionsthierchen of C.G. Ehrenberg; containing colored engravings, illustrative of all the genera, and descriptions of all the species in that work, with several new ones; to which is appended an account of those recently discovered in the chalk formations.* pp. i-xii, 1- 968, 40 pls. London: Whittaker. *Pinnularia viridis* var. *acuminata* (W.Smith) Brun; Brun, J. (1880). *Diatomées des Alpes et du Jura et de la région suisse et française des environs de Genève.* pp. 146, 9pl. Genève et Paris. *Navicula viridis* var. *acuminata* (W.Smith) M.Peragallo; Peragallo, M. (1903). *Le Catalogue Général des Diatomées [issued in fascicles at various dates].* Vol. 2 pp. 472-973. Clermont-Ferrand.

En vista valvar, el frústulo es de forma lineal-lanceolada, hacia los ápices la valva se estrecha formando polos rostrados. El área axial es amplia a lo largo de toda la valva, excepto cerca de los ápices, donde se estrecha, el área central no está delimitada del área axial. La rafe es filiforme con las fisuras proximales cerradas y las fisuras distales en forma hoz. Las estrías son paralelas, excepto en los ápices donde se encuentran ligeramente radiadas. En el área central de la valva, hacia los márgenes se encuentra un espacio en el que no hay estrías, en los dos lados

de la valva. Largo 29.4-46.2 μm . Ancho 7.9-11.2 μm . Estrías 15-19 en 10 μm . Largo-ancho 4:1.

Se encuentra en aguas con alto contenido mineral, frecuentemente en lagos o ciénagas (Patrick et al., 1966).

Esta especie solo se presentó en el lago Huetzalín y en el charco.

Pinnularia gibba (Ehrenberg) Ehrenberg (Lám.4:6)
Ehrenberg, C.G. (1843). Verbreitung und einfluss des mikroskopischen lebens in Süd- und Nord-Amerika. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1841: 291-466, Pls 1-4.

Navicula gibba Ehrenberg; Ehrenberg, C.G (1830). Organisation, Systematik und geographisches Verhältniss der Infusionsthierchen. Zwei verträge. 1828: 1-108, pls I-VIII.

En vista valvar, el frústulo es de forma lineal, los márgenes son levemente convexos y ligeramente amplios en el centro de la valva, los ápices son subcapitados y los polos redondeados. El área axial es recta ensanchándose en el área central, extendiéndose hasta 1/3 del ancho de la valva, el área central es amplia, en los márgenes del área central no se presentan estrías. La rafe es recta, ligeramente lateral, con las fisuras distales en forma de signo de interrogación. Las estrías son delgadas, radiadas en el centro de la valva y convergentes hacia los ápices. Largo 22.5-47.5 μm . Ancho 4.8-9.9 μm . Estrías 19-23 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, acidófila y oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, y en el lago Acitlalín.

Pinnularia major (Kützing) Rabenhorst (Lám.4:7)

En vista valvar, el frústulo es de forma lineal, con márgenes paralelos ligeramente redondeados. El área axial es amplia, extendiéndose hasta 1/3 de la anchura de la valva; el área central es amplia, ligeramente redondeada. La rafe es larga y lateral, curvada de un lado, las fisuras distales de la rafe tiene la forma de una hoz. Las estrías son finas ligeramente radiadas en el centro de la valva y ligeramente convergentes hacia los las ápices. Largo 122-179.1 μm . Ancho 25.3-38.3 μm . Estrías 5-6 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, acidófila y oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Pinnularia mayarum Novelo, Tavera et Ibarra (Lám.5:1)
Novelo, E., R. Tavera and C. Ibarra 2007. Bacillariophyceae from karstic wetlands

in Mexico. Bibliotheca Diatomologica 54. 21 plates. 3 figs. 136 p. ISBN 978-3-443-37 045-3; ISSN 1436-7270. Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung: Stuttgart.

En vista valvar, el frústulo es de forma lineal con los márgenes convexos, los ápices no son prolongados, los polos son agudos. El área axial es amplia, tiene forma lanceolada, extendiéndose hasta 1/3 de la anchura de la valva; el área central es amplia, como en forma de cruz. La rafe es recta ligeramente lateral, con las fisuras proximales cerradas y las fisuras distales de la rafe tienen la forma de una hoz. Las estrías son finas y largas ligeramente radiadas en el centro de la valva y ligeramente convergentes hacia los ápices. Las lineolas no son evidentes. Largo 50.8-59.4 μm . Ancho 11.8-21.8 μm . Estrías 11-12 en 10 μm .

Los individuos encontrados en las muestras del PEX, son muy similares a *P. mayarum* (los del PEX son un poco más anchos), aunque también tiene un ligero parecido con *Pinnularia brebissonii* (Kützing) Rabenhorst.

La diferencia de *Pinnularia mayarum* con *Pinnularia brebissonii* Kützing) Rabenhorst radica en que los márgenes en esta son rectos y en *P. mayarum* son convexos, pero según Krammer (2000), las formas más largas de *P. brebissonii* (Kützing) Rabenhorst, tienen márgenes generalmente lineales y la forma puede ser ligeramente convexa, los márgenes de los especímenes observados en el PEX son convexos. En cuanto a sus registros ecológicos según Germain (1981), *P. brebissonii* vive en aguas con alto contenido de materia orgánica y alta conductividad. El morfotipo *P. brebissonii* var. *brebissonii* (Kützing) Mayer [Sin. de *P. brebissonii* (Kützing) Rabenhorst], tiene una distribución en aguas con alto contenido electrolítico y en aguas costeras salobres (Krammer, 2000).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

PLACONEIS Mereschkowsky

Placoneis clementoides (Hustedt) E.J. Cox

(Lám.5:2)

En vista valvar, el frústulo es de forma elíptica-lanceolada, con ápices capitados y polos redondeados. El área axial es recta y estrecha, el área central presenta una forma romboide. La rafe es filiforme y las terminaciones proximales son cerradas. Las estrías son radiadas hacia el centro y la separación entre ellas es amplia, tal patrón se encuentra a lo largo de toda la valva, en la parte central, las estrías se acomodan dos estrías grandes cubriendo a una mediana. La areolación no es evidente. Largo 30.7-37.5 μm . Ancho 10.7-13.1 μm . Estrías 11-13 en 10 μm .

Distribución poco conocida, se ha encontrado en aguas de Europa central y del norte, se encuentra en lagos oligotróficos ricos en electrolitos (Krammer y Lange-Bertalot, 1986).

Esta especie únicamente se presentó en el lago Huetzalín.

SELLAPHORA Mereschkowsky

Sellaphora americana (Ehrenberg) D.G. Mann

(Lám.5:3)

Navicula americana Ehrenberg.

En vista valvar, el frústulo es de forma recta y amplia, los polos son redondos. Los márgenes son rectos. El área axial es 1/3 el ancho de la valva, el área central se encuentra poco diferenciada del área axial. La rafe es recta con una cavidad marcada, las fisuras proximales son cerradas y las distales tienen forma de signo de interrogación, se dirigen hacia el mismo lado. Las estrías son paralelas, de tamaño uniforme hacia los ápices, en la parte central su tamaño se reduce y se acomodan formando un hueco. En un lado de la valva las estrías centrales se encuentran más separadas que el resto. Largo 87.9 µm. Ancho 24.9 µm. Estrías 14 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, presente en aguas estancadas (Krammer y Lange-Bertalot, 1986).

Esta especie únicamente se encontró en el lago huetzalín.

Sellaphora pupula (Kützing) Mereschkowsky

(Lám.5:4)

Mereschkowsky, C. (1902). On *Sellaphora*, a new genus of diatoms. *Annals and Magazine of Natural History* Ser. 7, 9: 185

Navicula pupula Kützing; Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne. *Schizonema pupula* (Kützing) Kuntze; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum. Part 3 (3)*. pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck.

En vista valvar, el frústulo es de forma lineal, con márgenes ligeramente convexos o rectos, los ápices son ligeramente capitados y los polos son redondeados. La 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. Largo 15.6-56.2 µm. Ancho 5.3-12.5 µm. Estrías 5-22 en 10 µm. Areolas 16-22 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica circumneutra, indiferente al pH y es una oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

STAURONEIS Ehrenberg

Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg

(Lám.5:5)

Ehrenberg, C.G. (1843). *Verbreitung und einfluss des mikroskopischen lebens in*

Süd- und Nord-Amerika. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1841: 291-466, Pls 1-4.

Bacillaria phoenicenteron Nitzsch; Nitzsch, C.L. (1817). Beitrag zur Infusorienkunde oder Naturbeschreibung der Zerkarien und Bazillarien. *Neue Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Halle* 3(1): 1-128, 6 pl. *Cymbella phoenicenteron* (Nitsch) C.Agardh; Agardh, C.A. (1830). *Conspectus Criticus Diatomacearum. Part 1.* pp. 1-16. Lundae [Lund]: Literis Berlingianus. *Navicula phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg; Ehrenberg, C.G. (1836). Mittheilungen über fossile Infusionsthier. *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1836: 50-54. *Schizonema phoenicenterum* (Ehrenberg) Kuntze; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum. Part 3 (3).* pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck. *Stauroneis nobilis* f. *alabamiae* (Heiden) A.Cleve. *Stauroneis phoenicenteron* var. *genuina* Cleve ; Cleve, P.T. (1894). Synopsis of the naviculoid diatoms. Part I. *Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, ser. 4* 26(2): 1-194.

En vista valvar, el frústulo es de forma lanceolada, presenta márgenes convexos y ápices capitados. El área axial es estrecha y el área central se caracteriza por la ausencia de estrías a la mitad de la valva hasta los márgenes. La rafe es lateral y en la parte media de la valva presenta fisuras distales en forma de signo de interrogación, las fisuras proximales son rectas. Las estrías son muy finas y ligeramente radiadas, con areolación evidente, las areolas de las estrías no se alinean longitudinalmente. Largo 88.6-110.8 µm. Ancho 19.3-24.1 µm. Estrías 16-17 en 10 µm. Areolas 10-14 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, indiferente al pH y oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo y en el lago Acitlalín.

Familia: Cymbellaceae

AMPHORA Ehrenberg

Amphora coffeaeformis (C. Agardh) Kützing (Lám.5:6)
Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen.* pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.

Frustulia coffeaeformis C.Agardh; Agardh, C.A. (1827). Aufzählung einiger in den österreichischen Ländern gefundenen neuen Gattungen und Arten von Algen, nebst ihrer Diagnostik und beigefügten Bemerkungen. *Flora* 10: 625-646.

En vista valvar; el frústulo es de forma semielíptica, con los polos subrostrados los cuales están curvados ligeramente del 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. La rafe es fina, recta con fisuras distales rectas. Largo 17.4-21.2 µm. Ancho 3.8-4.6 µm. Estrías 25-30 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y mesohalobia (Novelo).

Esta especie únicamente se encontró en el canal del Bordo.

Amphora copulata (Kützing) Schoeman et Archibald (Lám.5:7)
Schoeman, F.R. & Archibald, R.E.M. (1986). Observations on *Amphora* species (*Bacillariophyceae*) in the British Museum (Natural History). V. Some species from the subgenus *Amphora*. *S. Afr. J. Bot.* 52: 425-437.

Frustulia copulata Kützing; Kützing, F.T. (1834 '1833"). Synopsis diatomearum oder Versuch einer systematischen Zusammenstellung der Diatomeen. *Linnaea* 8: 529-620, Plates XIII-XIX [79 figs].

En vista valvar, el frústulo es de forma semielíptica, sin prolongaciones, con los polos rectos y ligeramente rostrados. El margen ventral es recto y el margen dorsal es convexo. Las áreas axial y central son estrechas, poco distinguibles. 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. Largo 9.2- 25.4 Ancho 3.3 – 7.2 μm . Largo:ancho 3:1. Estrías a lo largo del margen dorsal 15-18 en 10 μm y a lo largo del margen ventral 12 -15 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y eurihalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Amphora veneta Kützing (Lám.5:8)
Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.

En vista valvar, el frústulo es de forma semielíptica, con los polos ligeramente prolongados, rostrados y curvos. El margen ventral es recto el margen dorsal es convexo. El área axial es estrecha y recta, el área central se extiende dorsalmente, es rectangular y pequeña. La rafe es fina, recta, con las fisuras distales ventralmente curvas. Las estrías dorsales están ligeramente radiadas hacia el centro, en el centro de la valva hay alrededor de 5 estrías con una separación mayor que las del resto de la valva. Las estrías ventrales no son evidentes en vista valvar. Largo 20-27.5 μm . Ancho 4.3-5.9 μm . Largo:ancho 3:6. Estrías 9-30 en 10 μm . Areolas 16-24 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y eurihalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

CYMBELLA Agardh

Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve

(Lám.6:1)

Cleve, P.T. (1894). Synopsis of the naviculoid diatoms. Part I. *Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, ser. 4* 26(2): 1-194.

Cocconema asperum Ehrenberg; Ehrenberg, C.G. (1839). Vortag über die Bildung sämtlicher Felsen beider Nilufer von Cahira bis Theben und der Küste des rothen Meeres von Hamam Faraun und Tor im sinaitischen Arabien aus den mikroskopischen Kalkthierchen (Polythalamien) der europäischen Kreide. *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1838: 26-32. *Cocconema asperum* Ehrenberg ; Ehrenberg, C.G. (1839). Vortag über die Bildung sämtlicher Felsen beider Nilufer von Cahira bis Theben und der Küste des rothen Meeres von Hamam Faraun und Tor im sinaitischen Arabien aus den mikroskopischen Kalkthierchen (Polythalamien) der europäischen Kreide. *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1838: 26-32. *Frustulia gastroides* Kützing; Kützing, F.T. (1834 '1833"). Synopsis diatomearum oder Versuch einer systematischen Zusammenstellung der Diatomeen. *Linnaea* 8: 529-620, Plates XIII-XIX [79 figs]. *Cymbella gastroides* (Kützing) Brébisson & Godey; Brébisson, L.A. de & Godey, L.L. (1835). *Algues des environs de Falaise, décrites et dessinées par MM. de Brébisson et Godey*. pp. [i], [1]-66, 256-269, 8 pls. Falaise: Imprimerie de Brée l'Ainé. *Cymbella gastroides* (Kützing) Kützing; Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.

En vista valvar, los frústulos son fuertemente asimétricos en el eje apical, con el margen ventral recto y los ápices indiferenciados, los polos son redondeados. El área axial es amplia y el área central tiene forma ovoide. La rafe es central, dorso-lateral y tiene ápices proximales ventralmente curvados. Las estrías están muy punteadas y radiadas a lo largo de toda la valva. Presenta una discontinuidad en las estrías en el área central donde hay de 4-6 estigmas cercanos a la rafe, del lado ventral. Largo 42.3-60.9 μm . Ancho 7.6-9.3 μm . Proporción 5.5- 6.5. Estrías alrededor del centro 20-25 en 10 μm (ventral), 18-24 en 10 μm (dorsal). Estrías en los ápices 22-29 en 10 μm (ventral) y 23-30 en 10 μm (dorsal). Areolas 16-20 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, acidofila, oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Cymbella mexicana (Ehrenberg) Cleve

(Lám.6:2)

Cleve, P.T. (1894). Synopsis of the naviculoid diatoms. Part I. *Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, ser. 4* 26(2): 1-194.

Cocconema mexicanum Ehrenberg ; Ehrenberg, C.G. (1844). Über einen deutlichen Einfluß des unsichtbar kleinen organischen Lebens als vulkanisch gefrittete Kieselmasse auf die Masselbildung von Bimstein, Tuff, Trafs, vulkanischem Conglomerat und auch auf das Muttergestein des nordasiatischen Marekanits. *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1844: 324-344.

En vista valvar, los frústulos son fuertemente asimétricos 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. La 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 evidente. Largo 115.5-212.4 μm . Ancho 11.8-69.7 μm . Proporción largo-ancho 3:1. Estrías alrededor del centro 5-7 en 10 μm (ventral) 6-7 en 10 μm (dorsal). Estrías en los ápices 5-6 en 10 μm (ventral) y 6-7 en 10 μm (dorsal). Areolas 8-11 en 10 μm .

Esta especie es considerada propia de latitudes tropicales con algunos registros templados, alcalófila y oligohalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Cymbella tumida (Brébisson ex Kützing) Van Heurck

(Lám.6:3)

En vista valvar, el frústulo presenta un margen dorsal cóncavo y un margen ventral ligeramente ondulado con una saliente en el centro. Los ápices son sub-rostrados y los polos son redondeados. El área axial es estrecha y arqueada; el área central es pequeña y de forma elíptica; presentan un estigma aislado. La rafe es filiforme, las fisuras proximales son cortas y en forma de bulbo, las fisuras distales tienen forma de hoz y se doblan dorsalmente. Las estrías son radiadas y se curvean, algunas presentan una forma sigmoidea, generalmente las de la parte central. La areolación es evidente. Largo 37.9-58.7 μm . Ancho 10.2-15.8 μm . Proporción largo-ancho 3:1. Estrías alrededor del centro 11-15 en 10 μm (ventral) 12-15 en 10 μm (dorsal). Estrías en los ápices 14-17 en 10 μm (ventral) y 14-18 en 10 μm (dorsal). Areolas 16-22 en 10 μm .

Es una especie oligohalobia, alcalófila, presente en grandes cantidades en aguas contaminadas (Patrick et al., 1966).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo y en el charco.

ENCYONEMA Kützing

Encyonema mesianum (Cholnoky) D.G.Mann

(Lám.6:4)

Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. (1990). *The Diatoms: Biology and morphology of the genera*. pp. i-xi, 1-747. Cambridge: Cambridge University Press.

Cymbella mesiana Cholnoky.

En vista valvar, los frústulos son semielípticos, asimétricos, el margen dorsal es convexo y el margen ventral presenta un ligero abultamiento en la porción central de la valva; los polos son redondeados. El área axial es estrecha y recta, el área central no se distingue. La rafe corre en posición ventral, las fisuras distales de la

rafe se orientan ventralmente y las proximales son cerradas, se orientan hacia el lado dorsal. Presenta un estigma dorsal. Las estrías del lado dorsal son ligeramente convergentes y la separación entre estrías es corta; del lado ventral las estrías presentan una separación mayor entre ellas y son paralelas. Las areolas son evidentes del lado dorsal de la valva. Largo 19.2-23.4 μm . Ancho 5.3-6.5 μm . Estrías ventrales 9-11 en 10 μm , Estrías dorsales 9-15 en 10 μm . Areolas de 20-30 en 10 μm . Proporción largo-ancho: 3.6-3.7

Esta especie está considerada para regiones montañosas nórdicas, templadas, pero hay algunos registros en América tropical. Es alcalófila, presente en substratos cársicos y oligohalobia (Novelo et al., 2007).

Encyonema mesianum (Cholnoky) D.G.Mann es similar a *Encyonema vulgare* Krammer, la variación que presenta es respecto a las medidas y la densidad de estrías del lado dorsal de la valva y también las condiciones ambientales en las que se encuentran que son diferentes. *Encyonema vulgare* Krammer es una especie de amplia distribución geográfica, registrada en la Amazonia y Laguna negra, Venezuela según Metzeltin y Lange-Bertalot (Tomado de Vouilloud et al., 2010).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

GOMPHONEMA Ehrenberg

***Gomphonema acuminatum* Ehrenberg (Lám.6:5)**
Ehrenberg, C.G. (1832). Über die Entwicklung und Lebensdauer der Infusionsthierchen; nebst ferneren Beiträgen zu einer Vergleichung ihrer organischen Systeme. *Abhandlungen der Königl. Akademie Wissenschaften zu Berlin, Physikalische Klasse* 1831: 1-154, pls I-IV.

En vista valvar, los frústulos son asimétricos; presentan 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. La rafe es sinuosa 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. Largo 32-39 μm . Ancho 6.6-8.1 μm . Estrías centrales 11-13 en 10 μm y estrías laterales 12-14 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, circumneutra y oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo y en el charco.

***Gomphonema affine* Kützing (Lám.6:6)**
Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.

Gomphonema dichotomum var. *affine* (Kützing) G.L.Rabenhorst; Rabenhorst, L. (1864). *Flora europaea algarum aquae dulcis et submarinae. Sectio I.* pp. 1-359. Lipsiae [Leipzig]: apud E. Kummerum. *Gomphonema lanceolatum* var. *affine* (Kützing) Cleve-Euler; Cleve-Euler, A. (1932). Die Kieselalgen des Tåkernsees in Schweden. *K. Svenska Vet. Akad. Handl., ser. 3* 11(2): 1-254. *Gomphonema lanceolatum* var. *affine* (Kützing) Cleve-Euler; Cleve-Euler, A. (1955). Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Part IV. Biraphideae 2. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, ser. IV* 5(4): 1-232, figs 971-1306.

En vista valvar, el frústulo es de forma clavada; el nódulo polar es más corto en la parte apical superior de la valva que en la parte basal. El polo apical es redondeado y el polo basal es agudo. La rafe es lateral y las fisuras terminales son evidentes, las fisuras proximales son cerradas. El área axial es estrecha y recta. El área central es unilateral y rectangular formada por una estría corta. Presenta un estigma central. Las estrías son paralelas ligeramente radiadas y más separadas en el centro de la valva. Presenta un poro apical evidente. Largo 26.4-69 µm. Ancho 6.6-13.7 µm. Estrías 8-20 en 10 µm. Areolas 10-30 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, acidófila, oligohalobia y se ha encontrado en intervalos amplios de conductividad (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Gomphonema gracile* Ehrenberg**

(Lám.6:7)

Ehrenberg, C.G. (1838). *Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. I-II.* pp. 1-547, 64 pls.. Leipzig: Leopold Voss.

Gomphonema lanceolatum Kützing; Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen.* pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne. *Gomphonema gracile* var. *lanceolatum* (Kützing) Cleve; Cleve, P.T. (1894). Synopsis of the naviculoid diatoms. Part I. *Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, ser. 4* 26(2): 1-194. *Gomphonema grunowii* R.M.Patrick 1975.

En vista valvar, el frústulo es de forma linear-lanceolada, ambos polos son agudos. El área axial es amplia como $\frac{1}{4}$ de la anchura de la valva, el área central es pequeña y presenta un nódulo central. Las estrías centrales se encuentran más separadas que el resto. Presenta un estigma central de un lado de la valva. Largo 43.07-82.5 µm. Ancho 8.5-12.8 µm. Estrías 8-13 en 10 µm. Areolas 18-36 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, acidofila, oligohalobia indiferente se ha encontrado en aguas con alta conductividad (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Gomphonema parvulum* Kützing**

(Lám.6:8)

Kützing, F.T. (1849). *Species algarum*. pp. [i]-vi, [1]-922. Lipsiae [Leipzig]: F.A. Brockhaus.

Sphenella parvula Kützing; Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne. *Sphenoneis parvula* (Kützing) Trevisan; Trevisan, V.B.A. (1848). *Saggio di una monografia delle Alge Coccotalle*. pp. 112. Padova [Padua]. *Gomphonella parvula* (Kützing) Rabenhorst Rabenhorst, L. (1853). *Die Süßwasser-Diatomaceen (Bacillarien.): für Freunde der Mikroskopie*. pp. i-xii, 1-72. Leipzig: Eduard Kummer. *Gomphonema parvulum* (Kützing) H.F. Van Heurck; Heurck, H. van (1880). *Synopsis des Diatomées de Belgique Atlas*. pp. pls 1-30. Anvers: Ducaju et Cie.

En vista valvar, el frústulo tiene forma ligeramente lanceolada; en vista valvar la parte basal presenta un nódulo polar. Los polos son redondeados y rostrados. La rafe es filiforme y recta. 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 de la valva presenta tres estrías mas separadas entre sí que las del resto de la valva. Las estrías son ligeramente radiadas. Presenta un poro evidente en el polo basal. Largo 12.5-43.7 µm. Ancho 6-10 µm. Estrías 8-14 en 10 µm. Areolas 16-20 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, indiferente al pH y oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Gomphonema truncatum* Ehrenberg**

(Lám.6:9)

Ehrenberg, C.G. (1832). Über die Entwicklung und Lebensdauer der Infusionsthier; nebst fernerer Beiträgen zu einer Vergleichung ihrer organischen Systeme. *Abhandlungen der Königlichen Akademie Wissenschaften zu Berlin, Physikalische Klasse 1831*: 1-154, pls I-IV.

Gomphonema constrictum var. *truncatum* (Ehrenberg) Gutwinski; Gutwinski, R. (1887). Przyczynek do znajomosci okrzemek tatrzańskich (Bacillariaceae tatrzańskie). [Contribution to the knowledge of the Bacillariaceae of the Tatra]. *Sprawozdanie Komisji fizyograficznej Akademii umiejetnosci w Krakowie 22*: 138-150. *Gomphonema constrictum* var. *truncatum* (Ehrenberg; Ehrenberg) Gutwinski 1888. *Gomphonema constrictum* Ehrenberg; Ehrenberg, C.G. (1830). Beiträge zur Kenntnis der Organisation der Infusorien und ihrer geographischen Verbreitung, besonders in Sibirien. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1832*: 1-88, pls I-VIII. *Gomphonema acuminatum* var. *constrictum* (Kützing) W.Carruthers; Carruthers, W. (1864). The Diatomaceae.. In: Gray, J.E., *Handbook of British Water weeds or Algae*, R. Hardwick. (Eds) London, 123 pp., pp. 75-116.

En vista valvar, el frústulo tiene una forma triondulada; en vista valvar, la parte apical, presenta un nódulo más pequeño que el de la parte basal. El polo apical es redondeado y el polo basal es agudo. La rafe es sinuosa 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. Largo 36.6-50 µm. Ancho 8.9-13.4 µm. Estrías 8-10 en 10 µm. Areolas 24 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, circumneutra, alcalófila y de oligohalobia a mesohalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

RHOICOSPHEMIA Grunow

Rhoicosphenia abbreviata (C. Agardh) Lange-Bertalot (Lám.6:10)
Lange-Bertalot, H. (1980). Ein Beitrag zur Revision der Gattungen *Rhoicosphenia* Grun., *Gomphonema* C. Ag., *Gomphoneis* Cl.. *Botaniska Notiser* 133: 585-594.

Gomphonema abbreviatum C. Agardh. *Gomphonema curvatum* Kützing; Kützing, F.T. (1834 '1833"). Synopsis diatomearum oder Versuch einer systematischen Zusammenstellung der Diatomeen. *Linnaea* 8: 529-620, Plates XIII-XIX [79 figs]. *Rhoicosphenia curvata* (Kützing) Grunow; Grunow, A. (1860). Über neue oder ungenügend gekannte Algen. Erste Folge, Diatomeen, Familie Naviculaceen. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 10: 503-582, pls III-VII.

En vista valvar, los frústulos son ligeramente heteropolares, la forma de la valva es clavada, con los márgenes ligeramente convexos. El frústulo está ligeramente doblado en vista conectiva. En la valva con rafe reducido: la rafe superior de la rafe es más larga que la inferior, las estrías son lineales, paralelas en el centro de la valva y radiadas hacia los ápices. Valva de la rafe: es cóncava y tiene el área axial recta y estrecha. El área central es alargada longitudinalmente. La rafe es filiforme, las estrías son lineales, ligeramente radiadas en el centro de la valva y paralelas hacia los ápices. Las estrías centrales son más amplias que en los ápices. Largo 29.4-35.9 µm. Ancho 7.4-9.06 µm. Estrías 9-10 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y de halófila a oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Familia BACILLARIACEAE

HANTZSCHIA Grunow

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow (Lám.6:11)
Cleve, P. T. & Grunow, A. (1880). Beiträge zur Kenntniss der arctischen Diatomeen. *Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. Ser. 4* 17(2): 1-121, 7 pl.

Eunotia amphioxys Ehrenberg; Ehrenberg, C.G. (1843). Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika. *Abhandlungen der Königlich-Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1841: 291-466, Pls 1-4. *Nitzschia amphioxys* (Ehrenberg) W. Smith; Smith, W. (1853). A synopsis of the British Diatomaceae; with remarks on their structure, function and distribution; and instructions for collecting and preserving specimens. Vol. 1 pp. [v]-xxxiii, 1-89, 31 pls. London: John van Voorst. *Homoeocladia amphioxys*

(Ehrenberg) Kuntze; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum. Part 3 (3)*. pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck.

En vista valvar, el frústulo es lineal-curvado con un margen cóncavo donde se forma la rafe. 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 4 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. La areolación es fina. Largo 33-64.7 µm. Ancho 5.9-8.3 µm. Estrías 18-22 en 10 µm. Fíbulas 6-8 en 10 µm.

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, presente en sustratos cársicos y eurihalobios (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el charco y en el lago Acitlalín.

Hantzschia vivax (W. Smith) M. Peragallo in Tempere et Paragallo (Lám.6:12)

En vista valvar, el frústulo es de forma lineal-recta, presenta un margen recto y otro convexo. Los ápices son rectos, ligeramente constreñidos del lado convexo. El nódulo central no es evidente. Las fíbulas son cortas y de igual tamaño, presentan un arreglo irregular; cada fíbula coincide con una estría. Las estrías son paralelas a lo largo de toda la valva. La areolación es fina. Largo 142.7 µm. Ancho 9.9 µm. Estrías 13 en 10 µm. Costillas 8-9 en 10 µm. Areolas 16 en 10 µm.

Restringida a lugares salobres y de agua dulce. Según Witkowski et al. (2000) (Tomado de Novelo et al., 2007) esta especie vive en el mar o en aguas salinas continentales. Se encuentra registrada para aguas continentales con alta conductividad en zonas templadas (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el charco y en el lago Acitlalín.

NITZSCHIA Hassall

Nitzschia amphibia Grunow (Lám.7:1)

Grunow, A. (1862). Die Österreichischen Diatomaceen nebst Anschluss einiger neuen Arten von andern Lokalitäten und einer kritischen Uebersicht der bisher bekannten Gattungen und Arten. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 12: 315-472, 545-588.

Bacillaria amphibia (Grunow) Elmore in Barbour; Barbour, E.H. (1895). The diatomaceous deposits of Nebraska. *Proceedings of the Nebraska Academy of Sciences* 5: 18-23, 1 pl., 1 fig. *Homoeocladia amphibia* (Grunow) Kuntze; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum. Part 3 (3)*. pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck.

En vista valvar, los frústulos tienen forma lineal-lanceolada y son pequeños, con los márgenes convexos, los ápices ligeramente rostrados y los polos

redondeados. La 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 fíbula 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. Largo 16.5- 29.7 μm . Ancho 3.9-4.9 μm . Estrías 16-18 en 10 μm . Fíbulas 7-10 en 10 μm . Areolas de 18-24 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y oligohalobia indiferente (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Nitzschia clausii* Hantzsch (Lám.7:2)**

Hantzsch, C.A. (1860). Neue Bacillarien: *Nitzschia vivax* var. *elongata*, *Cymatopleura nobilis*. *Hedwigia* 2(7): 1-40, pl. 6.

Nitzschia sigma var. *clausii* (Hantzsch) Grunow; Grunow, A. (1878). Algen und Diatomaceen aus dem Kaspischen Meere. In: *Naturwissenschaftliche Beiträge zur Kenntnis der Kaukasusländer, auf Grund seiner Sammelbeute*. (Schneider, O. Eds), pp. 98-132. *Nitzschia curvula* var. *subcapitata* Rabenhorst; Rabenhorst, L. (1864). *Flora europaea algarum aquae dulcis et submarinae. Sectio I.* pp. 1-359. Lipsiae [Leipzig]: apud E. Kummerum.

En vista valvar, la forma del frústulo es sigmoide. Los márgenes son lineales en el centro y a hacia los ápices son ligeramente cóncavos. Los polos son rostrados. Las valvas presentan una ligera cinturilla 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. Largo 50.1 μm . Ancho 3.3-3.9 μm . Estrías 40 en 10 μm . Fíbulas 7 en 10 μm .

Esta especie es de amplia distribución geográfica, frecuentemente está en regiones con aguas salobres, como zonas costeras o estuarios. También se encuentra en aguas con alto contenido electrolítico. Es frecuente encontrarla en ríos que se están junto descargas industriales. Tiene tolerancia a la contaminación de aguas α -mesosaprobias (Krammer y Lange-Bertalot, 1988).

Esta especie se encontró únicamente en el lago Huetzalín.

***Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow (Lám.7:3)**

Cleve, P. T. & Grunow, A. (1880). Beiträge zur kenntniss der arctischen Diatomeen. *Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. Ser. 4* 17(2): 1-121, 7 pl.

Synedra frustulum Kützing; Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne. *Nitzschia austriaca* Hustedt; Hustedt, F. (1959). Die Diatomeenflora des Salzlackengebietes im österreichischen Burgenland. *Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematische und Naturwissenschaftliche, Kl. Abt. 1*, 168(4/5): 387-452, 1pl.

En vista valvar, los frústulos son rectos de forma lineal-lanceolada, con márgenes convexos, ligeramente amplios, ápices subcapitados, con los polos redondeados. La 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 fíbula. Las estrías son rectas en el centro y son curvadas hacia los ápices. Largo 19.2-58.7 μm . Ancho 3.9-4.6 μm . Estrías 15-18 en 10 μm . Fíbulas 6-10 en 10 μm . Areolas de 15-18 in 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y eurihalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín y en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Nitzschia gracilis* Hantzsch (Lám.7:4)**

Hantzsch, C.A. (1860). Neue Bacillarien: *Nitzschia vivax* var. *elongata*, *Cymatopleura nobilis*. *Hedwigia* 2(7): 1-40, pl. 6.

Homoeocladia gracilis (Hantzsch) Kuntze; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum. Part 3 (3)*. pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck.

En vista valvar, los frústulos son lineales y alargados, los ápices son prolongados, con polos redondeados y ligeramente subcapitados. Los márgenes son rectos. La rafe es marginal y el nódulo central no es visible. La distancia entre las fíbulas es regular, las fíbulas son cortas y chatas en forma rectangular y de igual tamaño. El nódulo central no es evidente. Las estrías no son visibles. La areolación no es evidente. Largo 61.3-86.3 μm . Ancho 4.9- 5.2 μm . Fíbulas 9-13 en 10 μm .

Esta especie está considerada en zonas templadas europeas, con algunos registros en América; es indiferente al pH y oligohalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo y en el charco.

***Nitzschia intermedia* Hantzsch ex Cleve & Grunow (Lám.7:5)**

Cleve, P. T. & Grunow, A. (1880). Beiträge zur kenntniss der arctischen Diatomeen. *Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. Ser. 4* 17(2): 1-121, 7 pl.

Homoeocladia intermedia (Hantzsch) Kuntze; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum. Part 3 (3)*. pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck. *Nitzschia subtilis* var. *intermedia* (Hantzsch) Schonfeldt; Schönfeldt, H. von (1907). *Diatomaceae Germaniae: die deutschen Diatomeen des Susswassers und des Brackwassers*. pp. 263,19 pl. Berlin: W. Junk.

En vista valvar, los frústulos son lineales y alargados, ambos márgenes son rectos en el centro y ligeramente cóncavos en los ápices, que se extienden ligeramente y son un poco subrostrados, los polos son obtusos. La rafe es marginal. La distancia entre las fíbulas es regular, son cortas y aplanadas, de forma rectangular.

Presenta un nódulo central evidente. Las estrías son tenues, paralelas y rectas a lo largo de toda la valva. La areolación no es visible. Largo 39.8-92.2 μm . Ancho 6-6.6 μm . Estrías 20-30 en 10 μm . Fíbulas 9-10 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y oligohalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el charco y en el lago Acitlalín.

Nitzschia tubicola Grunow (Lám.7:6)
Cleve, P. T. & Grunow, A. (1880). Beiträge zur Kenntniss der arctischen Diatomeen. *Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. Ser. 4* 17(2): 1-121, 7 pl.

Homoeocladia tubicola (Grunow) Kuntze; Kuntze, O. (1898). *Revisio generum plantarum. Part 3* (3). pp. 1-576. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck.

En vista valvar, los frústulos de forma lineal, márgenes levemente convexos, con polos subrostrados. La rafe es marginal, la distancia entre las fíbulas es irregular, estas son cortas y aplanadas, de forma rectangular; las dos fíbulas centrales son más anchas que el resto y se encuentran más alejadas una de otra con respecto a las demás. Las estrías son ligeramente visibles, rectas a lo largo de toda la valva. La areolación no es visible. Largo 44.3-61.3 μm . Ancho 4.3-5.2 μm . Estrías 28-30 en 10 μm . Fíbulas 11-13 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, se encuentra con frecuencia en las costas y en las salinas continentales, se encuentran algunas dispersas en agua salobre, aunque también en agua dulce (Krammer y Lange-Bertalot, 1988).

Nitzschia umbonata (Ehrenberg) Lange-Bertalot (Lám.7:7)
Lange-Bertalot, H. (1978). Zur Systematik, Taxonomie und Ökologie des abwasserspezifisch wichtigen Formenkreises um "*Nitzschia thermalis*". *Nova Hedwigia* 30: 635-652.

Navicula umbonata Ehrenberg; Ehrenberg, C.G. (1837). Über das Massenverhältniß der jetzt lebenden Kiesel-Infusorien und über ein neues Infusorien-Conglomerat als Polirschiefer von Jastraba in Ungarn. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Physikalische Klasse* 1836: 109-135, pl.1-2. *Surirella umbonata* (Ehrenberg) G.L.Rabenhorst; Rabenhorst, L. (1853). *Die Süßwasser-Diatomaceen (Bacillarien.): für Freunde der Mikroskopie*. pp. i-xii, 1-72. Leipzig: Eduard Kummer. *Nitzschia stagnorum* Rabenhorst 1860. *Nitzschia diducta* Hustedt 1938. *Nitzschia fossalis* Hustedt 1942

En vista valvar, el frústulo es de forma lanceolada, con una ligera constricción en el centro. Los ápices de la valva son subcapitados, con polos prolongados y redondos. La rafe es marginal y el nódulo central es evidente en la parte media de la valva. La distancia entre las fíbulas es regular; dichas fíbulas son cortas y chatas. Las estrías son tenues a lo largo de toda la valva, paralelas en el centro y hacia los ápices son curvas, en general cada fíbula coincide con dos estrías. Largo 39.9-49.5 μm . Ancho 6.6-7.2 μm . Estrías 24-30 en 10 μm . Fíbulas 8-10 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, se ha encontrado en zonas eutróficas (Krammer y Lange-Bertalot, 1988).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

TRYBLIONELLA W. Smith

Tryblionella compressa (Bailey) Poulin (Lám.7:8)

Poulin, M., Bérard-Therriault, L., Cardinal, A. & Hamilton, P.B. (1990). Les Diatomées (Bacillariophyta) benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 9. Bacillariaceae. *Le Naturaliste Canadien* 117(2): 73-101.

Pyxidicula compressa Bailey; Bailey, J.W. (1851). Microscopical observations made in South Carolina, Georgia and Florida. *Smithsonian Contributions to Knowledge* 2(8): 1-48, pl. 1-3. *Dinopyxis compressa* (Bailey) F.Stein; Stein, F.V. (1883). *Der Organismus der Infusionsthiere. III. Flagellaten II.* pp. 30. Leipzig: Engelmann. *Nitzschia compressa* (Bailey) C.S.Boyer; Boyer, C.S. (1916). *The Diatomaceae of Philadelphia and vicinity.* pp. 1-143, pls 1-40. Philadelphia: J.B. Lippincott Co. *Prorocentrum compressum* (Bailey) Abé ex Dodge 1975: 110, text figs. 2F, 4H, I; pl. 4E, F.

En vista valvar, el frústulo es pequeño de forma elíptica-lanceolada, los ápices son continuos y los polos son agudos. Los márgenes son convexos. La rafe es lateral y gruesa, el nódulo central no es evidente. Las fíbulas son cortas. La superficie de la valva presenta una ondulación, a modo de escalón, si hiciéramos un corte transversal a la valva veríamos como se forma una valle y una cresta en la valva. Las estrías son rectas en el centro de la valva y conforme se van acercando a los polos se van curveando. Las areolas son evidentes. Largo 24.9 µm. Ancho 11.6 µm. Estrías 7 en 10 µm. Fíbulas 6 en 10 µm. Areolas 15 en 10 µm.

Tiene una amplia distribución geográfica en litorales marinos, la variedad nominal se encuentra con más frecuencia. Aunque presente, es raro encontrarla en aguas con alto contenido electrolítico (Krammer y Lange-Bertalot, 1988).

Esta especie únicamente se encontró en el lago Huetzalín.

Familia EPITHEMIACEAE

DENTICULA Kützing

Denticula valida (Pedicino) Grunow in Van Heurck (Lám.7:9)

En vista valvar, la forma del frústulo es lineal-cilíndrica y alargada, en vista conectiva la forma es rectangular. Los ápices son agudos y ligeramente prolongados, los polos son redondeados. La rafe esta posicionada cerca del borde de la valva. Las costillas son agudas y capitadas en vista conectiva. Las estrías son hileras individuales de areolas. En vista conectiva largo 10.7-23.7 µm. Ancho 3.1-5.3 µm. Fíbulas 3-4 en 10 µm. En vista valvar largo 30.7-37.5 µm. Ancho 4.1-5 µm. Fíbulas 3-4 en 10 µm.

Esta especie se presenta en aguas con alta conductividad, solo en ciertas temperaturas; existen escasos registros en América (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

EPITHEMIA Brébisson

***Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson (Lám.7:10)**
Brébisson, A. de (1838). *Considérations sur les Diatomées et essai d'une classification des genres et des espèces appartenant à cette famille*. pp. 1-22. Falaise: Brée l'Ainé Imprimeur-Libraire.

Frustulia adnata Kützing ; Kützing, F.T. (1834 '1833"). Synopsis diatomearum oder Versuch einer systematischen Zusammenstellung der Diatomeen. *Linnaea* 8: 529-620, Plates XIII-XIX [79 figs]. *Epithemia adnata* (Kützing) R.Ross; Ross, R (1950). Appendix. In: Studies in the post-glacial history of British vegetation. XI. Late-glacial deposits in Cornwall. *Philosophical transactions of the Royal Society of London, series B*, 234: 461-464. *Navicula zebra* Ehrenberg; Ehrenberg, C.G. (1835). Dritter Beitrag zur Erkenntniss grosser Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1833: 145-336. *Navicula zebra* Ehrenberg ; Ehrenberg, C.G. (1835). Dritter Beitrag zur Erkenntniss grosser Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1833: 145-336. *Epithemia zebra* (Ehrenberg) Kützing ; Kützing, F.T. (1844). *Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. pp. [i]-vii, [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne. *Cymbella zebra* (Ehrenberg) Hassall; Hassall, A.H. (1845). *A history of the British freshwater algae*, including descriptions of the Desmidiaceae and Diatomaceae. With upwards of one hundred plates, illustrating the various species. pp. vol 1: [i]-viii, [i]-402, [i , err.]; vol. 2: p. [i]-24, pl. 1-103 (55 as 'lvi'). London, Edinburgh, Paris & Leipzig: S. Highley, H. Baillière; Sunderland & Knox; J.B. Baillière; T.O. Weigel. *Eunotia adnata* (Brébisson) G.L.Rabenhorst; Rabenhorst, L. (1853). *Die Süßwasser-Diatomaceen (Bacillarien.): für Freunde der Mikroskopie*. pp. i-xii, 1-72. Leipzig: Eduard Kummer. *Cystopleura zebra* (Ehrenberg) Kuntze; Kuntze, O. (1891). *Revisio generum plantarum. Pars 2*. pp. 375-1011. Leipzig, London, Milano, New York, Paris: Arthur Felix, Dulau & Co., U. Hoepli, Gust. A. Schechert, Charles Klincksierck.

En vista valvar, el frústulo presenta un margen dorsal convexo y un margen ventral ligeramente cóncavo, los ápices son estrechos y los polos son redondeados. La rafe se curva hacia el margen dorsal y se extiende por debajo de la mitad de la anchura de la valva. Entre las costillas las hileras de areolas van de 3-6. Las estrías están ligeramente radiadas en casi toda la valva, en los ápices las estrías son paralelas. Largo 36.9-61.4 μm . Ancho 8.3-9.4 μm . Costillas 3 en 10 μm . Hileras de areolas 12 en 10 μm .

Es más común en aguas con alta conductividad (Patrick y Reimer, 1966).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

***Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing (Lám.7:11)**

La valva presenta un margen ventral cóncavo y un margen dorsal convexo, los ápices están ligeramente rostrados y tienen polos redondeados. La rafe es ventral y curvada, visible solo en el centro de la valva. El nódulo central está ubicado a la mitad de la valva, cercano a el margen dorsal. En vista valvar las estrías son radiadas y forman de 2-3 hileras de areolas entre costillas. Largo 54.3-100.8 μm .

Ancho 9.9-21.4 μm . Estrías 10-13 en 10 μm . Costillas 3-4 en 10 μm . Areolas 10 en 10 μm .

Esta especie es considerada de amplia distribución geográfica, alcalófila y eurihalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

RHOPALODIA O. Müller

Rhopalodia acuminata Krammer en Lange-Bertalot & Krammer (Lám.7:12)
Lange-Bertalot, H. & Krammer, K. (1987). *Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen und Ergänzungen zu den *Naviculaceae*. *Bibliotheca Diatomologica* 15: 1-289, 62pl.

En vista valvar, el frústulo tiene forma de media luna, el margen dorsal es convexo y el margen ventral ligeramente cóncavo; los ápices son ligeramente redondeados. La valva presenta una interrupción a la mitad de la parte dorsal. La rafe corre por la parte ventral de la valva. La separación entre costillas es amplia a lo largo de toda la valva y éstas se encuentran muy marcadas. Largo 39.6-58 μm . Ancho 8.5-13 μm . Fíbulas de 4-5 en 10 μm . Estrías 16 - 20 en 10 μm . Estrías entre fíbulas de 5-6. Areolas de 16-18 en 10 μm .

Se encuentra en aguas salobres del litoral marino, como en mar Mediterráneo y Mar Muerto (Krammer y Lange-Bertalot, 1988).

Esta especie se registró únicamente para el lago Huetzalín.

Rhopalodia operculata (Agardh) Håkansson (Lám.7:13)

En vista valvar, los frústulos encontrados forman una elíptica, los polos son obtusos. Una valva tiene forma de media luna, con una disposición dorso-ventral, la valva es gruesa; el lado dorsal es convexo, el lado ventral va de recto a cóncavo. Los polos son redondos y un poco alargados; ligeramente subcapitados. La rafe corre por la parte ventral. La separación entre las costillas es más amplia en el centro y hacia los ápices se va haciendo más estrecha. Largo 16.4-20 μm . Ancho 6.1-7.5 μm . Fíbulas centrales 5-7 en 10 μm , fíbulas laterales 7-10 en 10 μm . Estrías entre fíbulas de 3-4.

Esta especie es de amplia distribución geográfica, presente en aguas continentales con alta conductividad, además de encontrarse en aguas termales y minerales con alta conductividad (Krammer y Lange-Bertalot, 1988).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Familia SURERILLACEAE

SURIRELLA Turpin

Surirella brebissonii Krammer et Lange-Bertalot **(Lám.7:14)**
Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1987). Morphology and Taxonomy of *Surirella ovalis* and related taxa. *Diatom Research* 2: 77-95.

En vista valvar, el frústulo es ligeramente heteropolar, de forma ovalada con polos agudos. 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 entre dos zonas muy marcadas. Largo 36.5-43.1 μm . Ancho 21.5-24.9 μm . Fíbulas 5-6 en 10 μm . Estrías de 10-12 en 10 μm .

Esta especie se ha registrado para ambientes templados, con algunos registros en América; es circumneutra y eurihalobia (Novelo et al., 2007).

Esta especie se presentó en el lago Huetzalín, en el canal del Bordo, en el charco y en el lago Acitlalín.

Análisis de datos

Se tomaron datos mensuales de cada localidad estudiada en el PEX por un año, durante el cual los parámetros ambientales se mantuvieron relativamente constantes (Tabla 2). De manera general por los datos colectados sabemos que el nutrimento más abundante de los tres medidos es el sílice (Tabla 3), seguido por el nitrógeno y el fósforo.

Tabla 2. Parámetros ambientales, valores mínimos y máximos durante el periodo de muestreo (septiembre 2006 - octubre 2007).

| Localidad | pH (unidades) | Temperatura (°C) | Conductividad (μ S cm^{-1}) | N _{Tot} mg l ⁻¹ | P _{Tot} mg l ⁻¹ | Sílice mg l ⁻¹ |
|-------------|------------------|---------------------|---|--|--|------------------------------|
| Vertedero | 5.6-8.6 | 14.7-20.8 | 590-950 | 2.14-17.53 | 0.22-4.94 | 2.3-24.7 |
| Embarcadero | 7.95-10.14 | 14.5-23.9 | 554-990 | 0.5-12.98 | 0.48-4.84 | 3.1-17.3 |
| Huetzalín | 8.05-10.25 | 13.2-23.1 | 591-894 | 0.1-16.36 | 0.1-2.96 | 2-20.2 |
| Bordo | 7.42-9.56 | 15.8-22.95 | 666-962 | 1.02-7.58 | 0.22-4.82 | 3.3-25.7 |
| Charco | 5.89-8.8 | 13.7-21.1 | 296-1453 | 0.6-8.45 | 0.22-4.4 | 0.9-19.1 |
| Acitlalín | 7.02-9.6 | 14.8-25.9 | 951-1904 | 0.35-10.64 | 0.22-4.05 | 3.8-20.3 |

Tabla 3. Media y desviación estándar de todos los datos colectados del PEX.

| | n | pH (unidades) | | Temperatura (°C) | | Conductividad (μ S cm^{-1}) | | N _{Tot} mg l ⁻¹ | | P _{Tot} mg l ⁻¹ | | Sílice mg l ⁻¹ | |
|--|---|------------------|----|---------------------|-----|---|-----|--|-------|--|-----|------------------------------|-----|
| | | x | DS | x | DS | x | DS | x | DS | x | DS | X | DS |
| | | PEX | 72 | 8.2 | 1.2 | 19.1 | 3.0 | 911.5 | 348.7 | 4.4 | 4.0 | 2.7 | 1.5 |

n= tamaño muestral por localidad, \bar{x} = media, DS= desviación estándar.

La diversidad de especies encontrada en el PEX es alta con respecto a la que se ha reportado para los canales de Xochimilco, tal diversidad fue relativamente constante en las localidades estudiadas (Figura 13), lo cual se puede deber a que aparentemente existe poca variación en las localidades del PEX respecto a los parámetros ambientales; lo que también se ve reflejado en la abundancia de individuos presentes en las muestras, la cual fue bastante homogénea durante el año de colecta, y no estuvo influenciada por la estacionalidad (Figura 14).

Éste trabajo describe 68 especies para el PEX, las cuales concuerdan con el número estimado por la Curva de rarefacción (Figura 15), que se va estabilizando al acercarse a las 67 especies aproximadamente.

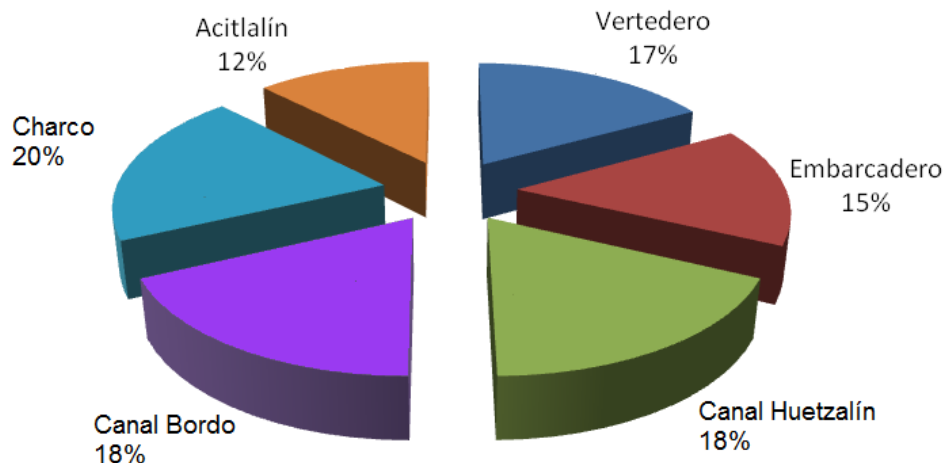


Figura 13. Porcentaje de diversidad para cada localidad.

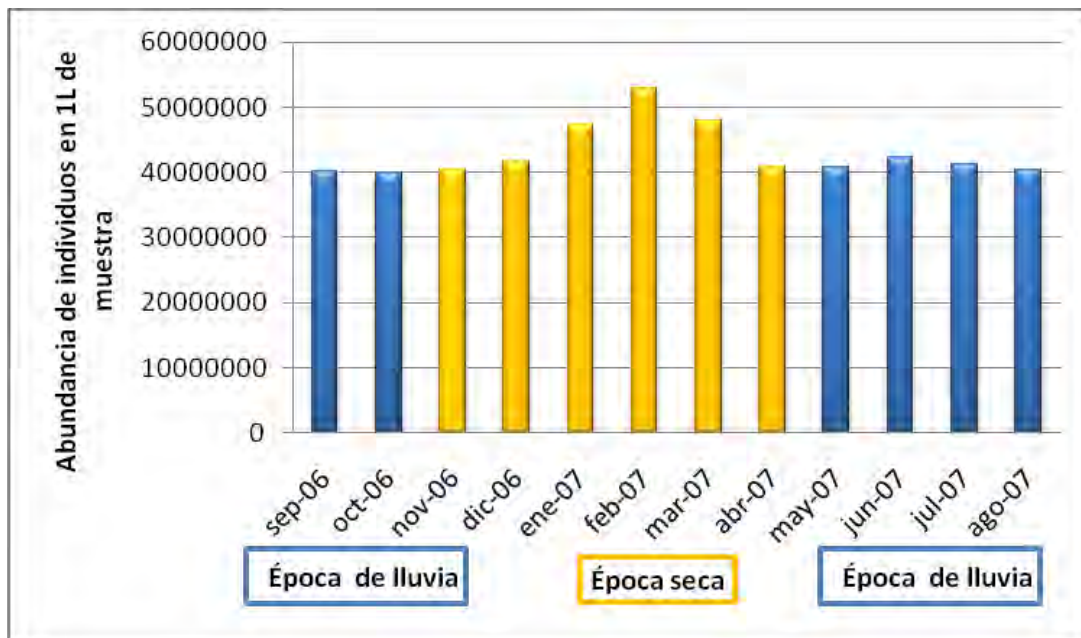


Figura 14. Abundancia de especies durante la época de recolección.

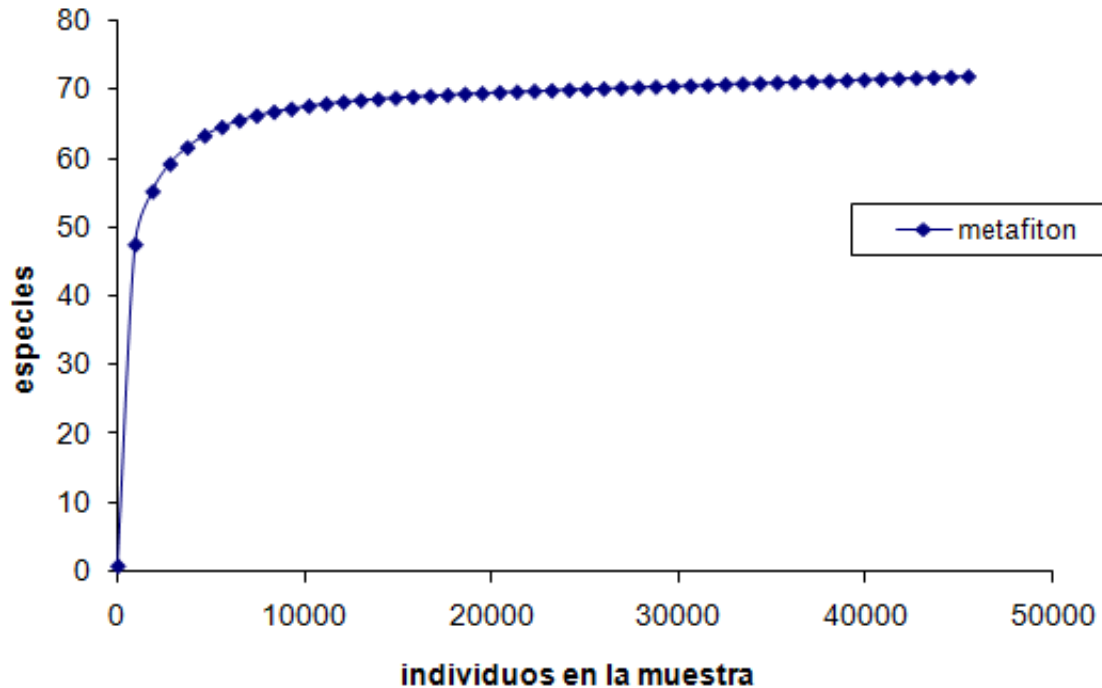


Figura 15. Curva de rarefacción.

Para realizar el análisis se decidió eliminar la localidad del canal del Bordo, debido a que es la única localidad externa del PEX, además en cuanto a la abundancia de organismos por localidad, se observó que sólo el canal del Bordo tiene una abundancia de individuos de diatomeas mayor, que la desviación estándar de la abundancia total de las localidades (Tabla 4), considerando la varianza.

Tabla 4. Abundancia de diatomeas por localidad y diferencias de esa abundancia con la suma de la media y la desviación estándar, para evaluar homogeneidad entre las localidades. La media es igual a 7733.8 individuos; la desviación estándar es igual a 3456.5 y la suma de la media + D.E. es igual a 11190.4.

| Localidad | Abundancia (organismos por litro) | Diferencia de abundancia con M + D.E. |
|--------------------|--------------------------------------|--|
| Vertedero | 9247 | 1943.4 |
| Embarcadero | 8927 | 2263.4 |
| Canal Huetzalín | 5711 | 5479.4 |
| Bordo | 11274 | -83.5 |
| Charco | 1718 | 9472.4 |
| Acitlalín | 9526 | 1664.4 |

Se decidió promediar los valores mensuales de los tres puntos de colecta tomados en el lago Huetzalín debido a que los datos de las variables monitoreadas eran muy parecidos entre sí, por tanto la muestra final para el análisis estadístico de regresión consideró entonces tres localidades, Huetzalín (promedio de Vertedero, Embarcadero y Canal Huetzalín), Charco y Acitlalín, con una $n = 36$ para cada variable.

Con la delimitación de las tres localidades que se analizaron, se determinó la estructura de cada comunidad por localidad (Figura 16), y las tres localidades se ajustaron al un modelo logarítmico; donde existen pocas especies abundantes y muchas escasas (Figura 17 y 18). Las especies más abundantes se encuentran distribuidas en las tres localidades del PEX estudiadas (Anexo, Tabla 12).

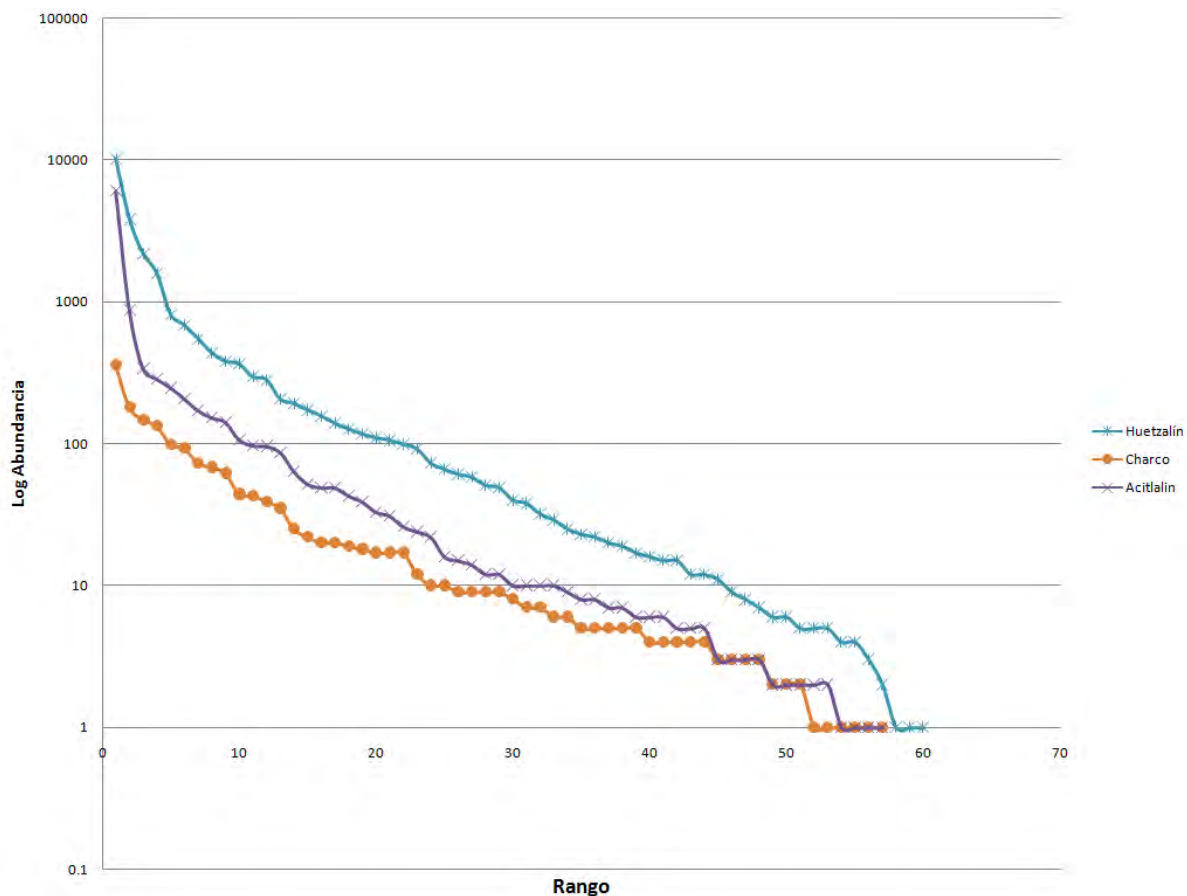


Figura 16. Curva de rango abundancia del fitoplancton en cada localidad analizada.

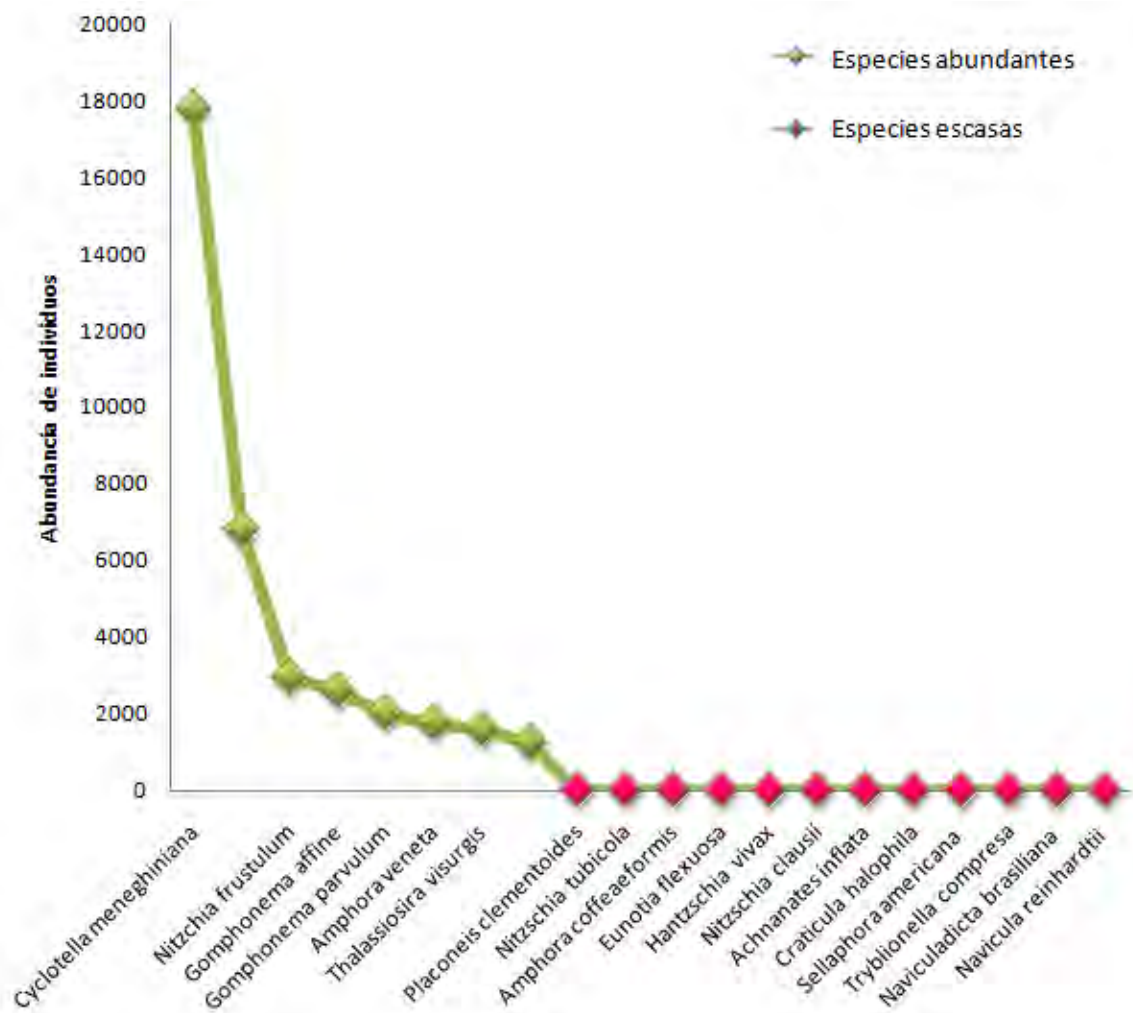


Figura 18. Especies abundantes y escasas.

Se realizó la prueba de normalidad para los datos y como era un número cercano a 30, la prueba se basó en el estadístico de Shapiro-Wilk, que mostró un buen ajuste a una distribución normal.

También se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas, mediante un ANOVA, que fue significativo ($p = 0.028$) y el estadístico de Levene que también fue significativo ($p = 0.05$) y mostró que no hay igualdad de varianzas entre las medias poblacionales de los datos de las localidades, es decir, mostró que se puede rechazar la hipótesis nula de que las localidades tienen abundancias iguales de especies de diatomeas. Estas pruebas de normalidad e igualdad de varianzas apoyaron el análisis de regresión lineal múltiple subsecuente.

Se hizo una comparación de las abundancias entre localidades mediante un ANOVA y una prueba Post Hoc, para determinar si existían diferencias en cuanto a la abundancia (Tabla 5).

En vista de lo que se obtuvo en esta exploración preliminar de los datos, se decidió realizar un análisis de regresión lineal con todas las variables predictivas. La correlación de Pearson (Tabla 6) reveló que solamente el sílice ($p=0.029$), el nitrógeno inorgánico disuelto (NID) ($p=0.040$), la conductividad ($p=0.040$) y el fósforo total (P_{tot}) ($p=0.041$) se correlacionaron significativamente con la abundancia y aunque solamente el NID y el P_{tot} mostraron colinearidad entre ellas ($p=0.036$), se mantuvieron en el análisis debido a que fue robusto. Los criterios para decidir la solidez del análisis se basaron en los resultados del estadístico de Durbin-Watson, con un valor cercano a 2 (1.449) y en la cantidad explicada de la variabilidad de la abundancia, que fue cercana al 50 % (R^2 ajustada = 0.481) (Tabla 7). Asimismo, el ANOVA de la regresión indicó una diferencia significativa entre las medias de las variables independientes y la variable dependiente, ($F_{6,35}=8.871$, $p=0.0005$) (Tabla 8). La elección de las variables predictivas se confrontó también con los coeficientes de regresión (Tabla 9) que presentaron valores altos de tolerancia, el sílice (0.979) ($p=0.012$); el NID = 0.866 ($p=0.001$), la conductividad (0.952) ($p=0.001$) y el $P_{tot} = 0.882$ ($p=0.0005$), es decir, todos altamente significativos y muy cercanos a 1.0, lo que corroboró que no hubo colinearidad entre variables.

Respecto a los valores de distancia de Leverage y Cook (Tabla 10), Leverage tuvo un valor promedio de 0.114 y cumplió con la regla de no sobrepasar el valor calculado (p/N); que es de 0.142. En cuanto a Cook el valor promedio obtenido fue de 0.028 y por tanto, muy inferior a 1.0, que es lo esperado.

La distribución de los residuales representada gráficamente, mostró una distribución normal para la regresión de los residuales (Figura 19) sin una distribución sesgada de los casos con respecto a la varianza y un valor de la desviación estándar cercano a 1.0; en la gráfica de distribución de probabilidades (Figura 20) los puntos se ajustaron a una recta de 45° y la gráfica de residuales estudentizados ajustados *versus* los valores típicos predichos por la regresión (Figura 21) se observó suficiente homogeneidad con respecto de cero. Esta gráfica mostró asimismo un solo caso sesgado en uno de los puntos del lago Huetzalín, por lo que este caso se eliminó del análisis final ($n=35$).

Una vez determinadas las variables ambientales significativas (VAS) en el PEX se hizo una relación entre la concentración de las VAS y cada localidad (Figura 18).

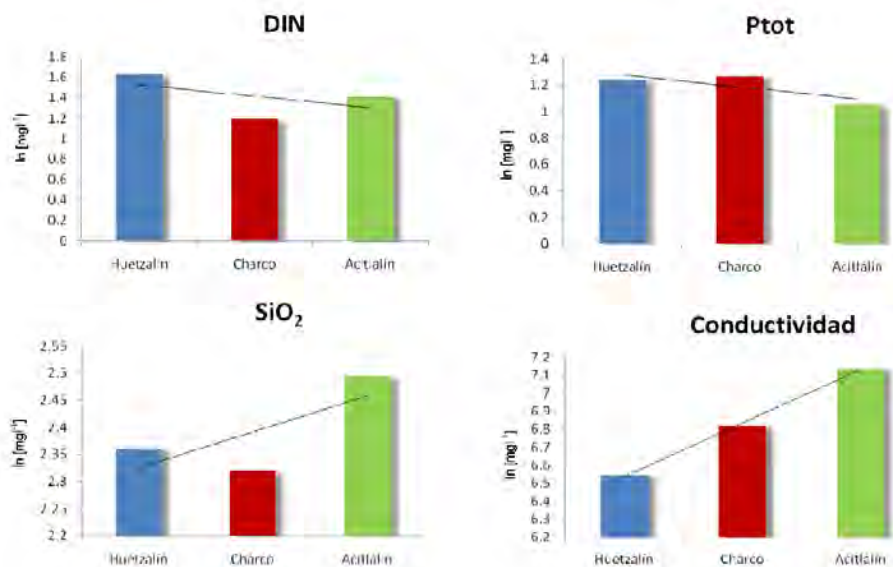


Figura 18. Concentración de las variables significativas en las tres localidades analizadas para el modelo estadístico. En cada caso se indica la línea de tendencia.

Tabla 5. ANOVA y Post Hoc de la abundancia en las localidades: Lago Huetzalín, Charco y Lago Acitlalín.

| | Suma de cuadrados | Df | Media cuadrada | F | Sig. |
|------------------|-------------------|---------------|------------------------------|------------------|------|
| Entre grupos | 10.284 | 2 | 5.142 | 4.004 | .028 |
| Dentro de grupos | 42.374 | 33 | 1.284 | | |
| Total | 52.658 | 35 | | | |
| Post Hoc | (I) localidad | (J) Localidad | Diferencia de la media (I-J) | Error Estándar | Sig. |
| Tukey HSD | 1 | 2 | -1.09760955700E0 | 4.62614329957E-1 | .060 |
| | | 3 | 6.91877765833E-2 | 4.62614329957E-1 | .988 |
| | 2 | 1 | 1.09760955700E0 | 4.62614329957E-1 | .060 |
| | | 3 | 1.16679733358E0 | 4.62614329957E-1 | .043 |
| | 3 | 1 | -6.91877765833E-2 | 4.62614329957E-1 | .988 |
| | | 2 | -1.16679733358E0 | 4.62614329957E-1 | .043 |

Tabla 6. Correlación de Pearson y significancia de una vía. Variable dependiente: abundancia; variables independientes (predictivas): sílice, NID (Nitrógeno Inorgánico Disuelto), conductividad y P_{tot} (n = 35).

| | | Abundancia | Sílice | NID | Conductividad | P_{tot} |
|------------------------|---------------|------------|--------|-------|---------------|-----------|
| Correlación de Pearson | Abundancia | 1.000 | .324 | .301 | .300 | -.298 |
| | Sílice | .324 | 1.000 | .124 | -.074 | .073 |
| | NID | .301 | .124 | 1.000 | -.147 | .308 |
| | Conductividad | .300 | -.074 | -.147 | 1.000 | .098 |
| | P_{tot} | -.298 | .073 | .308 | .098 | 1.000 |
| Significancia | Abundancia | | .029 | .040 | .040 | .041 |
| | Sílice | .029 | | .239 | .337 | .338 |
| | NID | .040 | .239 | | .200 | .036 |
| | Conductividad | .040 | -.337 | .200 | | .287 |
| | P_{tot} | .041 | .338 | .036 | .287 | |

Tabla 7. Resumen del modelo. La R^2 ajustada muestra una explicación satisfactoria para la variable dependiente apoyada por el valor del estadístico Durbin-Watson, cercano a 2.0.

| Modelo | R | R cuadrada | R cuadrada ajustada | Estimador del error estándar | Durbin-Watson |
|--------|------|------------|---------------------|------------------------------|---------------|
| 1 | .736 | .542 | .481 | .85679195949 | 1.449 |

Tabla 8. ANOVA de la regresión, estadísticamente significativo.

| Modelo | | Suma de cuadrados | Df | Media cuadrada | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|----|----------------|-------|------|
| 1 | Regresión | 26.047 | 4 | 6.512 | 8.871 | .000 |
| | Residual | 22.023 | 30 | .734 | | |
| | Total | 48.070 | 34 | | | |

Tabla 9. Coeficientes de la regresión estadísticamente significativos, muestran una contribución importante de cada variable en la explicación del modelo de regresión.

| Modelo | Coeficientes Beta | Coeficientes típicos | Sig. | Estadísticos de colinealidad | | |
|--------|-------------------|----------------------|-------|------------------------------|--|-------|
| | | | | Tolerancia | Valor recíproco de la tolerancia (VIF) | |
| 1 | (Constante) | -3.601 | | | | |
| | Sílice | .665 | .335 | .012 | .979 | 1.021 |
| | NID | 1.001 | .483 | .001 | .866 | 1.155 |
| | Conductividad | 1.114 | .447 | .001 | .952 | 1.051 |
| | Ptot | -1.293 | -.516 | .000 | .882 | 1.133 |

Tabla 10. Resumen de estadísticos de los residuales. Distancia media centrada de Leverage, menor al valor calculado ($p/N = 0.142$) y distancia de Cook <1 .

| | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar | N |
|--------------------------------|--------|--------|-------|---------------------|----|
| Valor estándar típico | -1.579 | 2.047 | .000 | 1.000 | 35 |
| Distancia de Cook | .000 | .166 | .028 | .031 | 35 |
| Distancia centrada de Leverage | .015 | .351 | .114 | .082 | 35 |

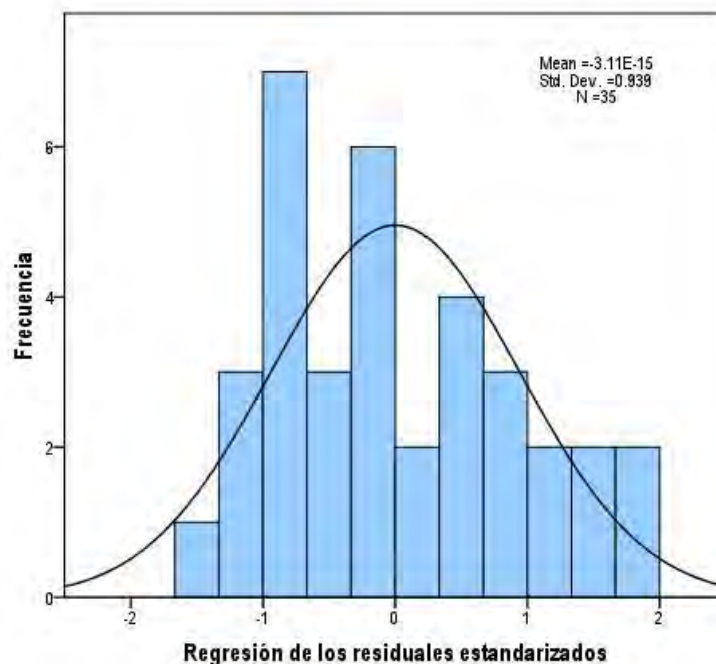


Figura 19. Gráfico de normalidad para la regresión de residuales estandarizados.

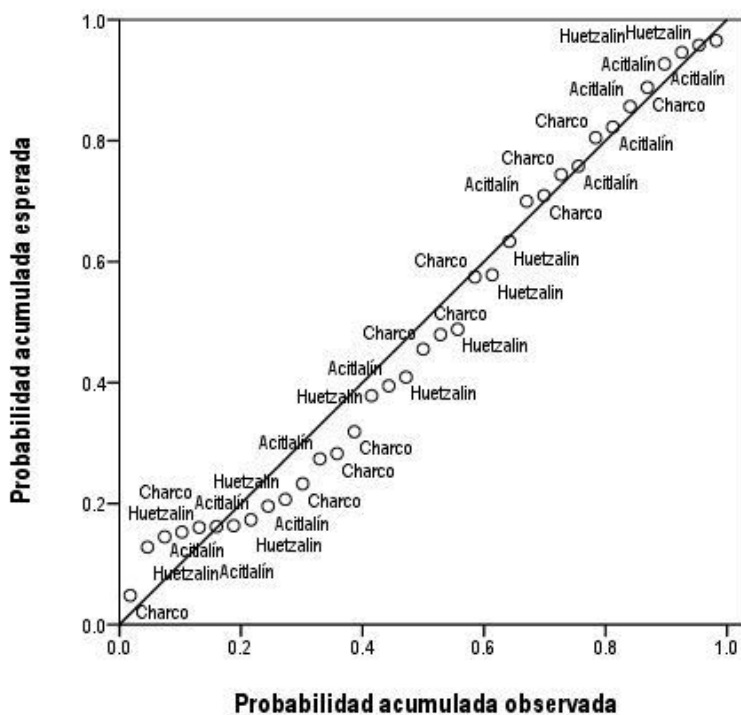


Figura 20. Gráfico de distribución de probabilidades (valores acumulados esperados *versus* observados).

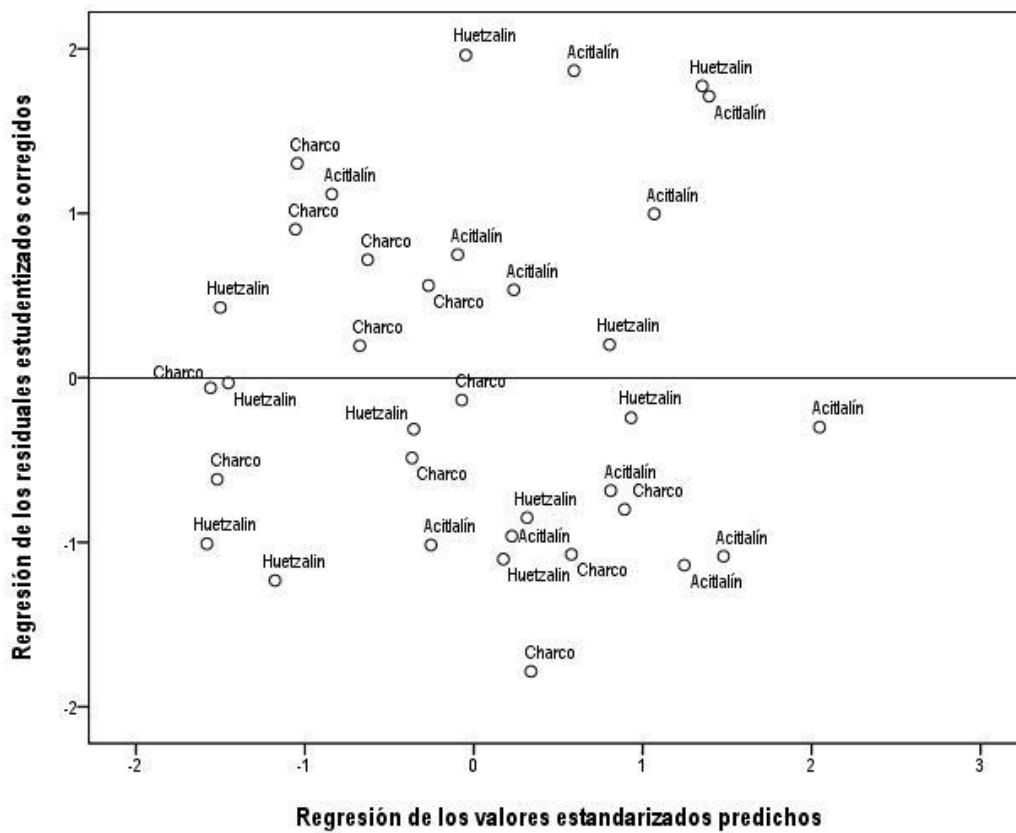


Figura 21. Gráfico de dispersión de residuales estudentizados ajustados *versus* los valores típicos predichos por la regresión.

Modelo de Regresión para la abundancia de diatomeas

El análisis anterior nos permitió construir un modelo predictivo del PEX con la siguiente ecuación de la recta:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \epsilon_i$$

$$\text{Abundancia} = \beta_0 + \beta_1 \text{sílíce} + \beta_2 \text{NID} + \beta_3 \text{conductividad} + \beta_4 P_{\text{tot}}$$

$$\text{Abundancia de diatomeas} = -3.601 + .665 + 1.001 + 1.114 - 1.293$$

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en éste trabajo y comparándolos con otros estudios realizados en Xochimilco (Tavera y Díez, 2009; Xolalpa, 2009), se observo que el agua predomina una elevada concentración de nitrógeno y de fósforo. Tanto en los estudios mencionados como en éste, el nitrógeno es el nutrimento que más ha resaltado para explicar la variabilidad del fitoplancton y cabe destacar que aunque el sílice ha sido monitoreado siempre, sólo ocasionalmente ha sido relevante en otros modelos de regresión propuestos (Xolalpa 2009). Esto es importante porque este es el único estudio que ha sido enfocado en las diatomeas y se ha encontrado que el sílice se incorporó en el modelo propuesto como una variable altamente significativa y correlacionada con la abundancia de especies de diatomeas.

El nitrógeno y el fósforo son importantes para el fitoplancton, debido a que limitan la fotosíntesis. Pero en el caso de los lagos tropicales el nitrógeno es el nutrimento que influye principalmente en el crecimiento algal (Lewis, 2002). En la mayoría de los lagos tropicales el fitoplancton presenta variaciones estacionales relacionadas con la disponibilidad de nutrimentos (Lewis, 1996; González y Ortaz, 1998). Debido a los procesos de mezcla, la disponibilidad nutrimentos está relacionada con su reciclamiento en la columna de agua, de manera que en los lagos con una mezcla frecuente, el fitoplancton podría estar menos limitado (Lewis, 1996 *op. cit.*). Tal afirmación describe las características del PEX, pues son lagos someros con un régimen polimíctico de mezcla, pero además la carga permanente de nutrimentos que proviene de la planta de tratamiento que abastece al PEX, influye en esta disponibilidad continua.

Los resultados revelaron que el muestreo realizado en el PEX fue suficiente, pues se ajustó a una curva de rarefacción asintótica (Figura 15), esta curva nos permite estimar el número de especies esperadas y el número de individuos que componen a una muestra tomada al azar de una colección de individuos (Krebs, 1999), además de que es un método sensible a diferentes tamaños de muestra (Krebs, 1999; Maguran, 2004; Novelo et al., 2007). Lo anterior nos permite afirmar que el censo de las poblaciones fue representativo de la diversidad del PEX (Magurran, 2004; Martínez-Cruz et al., 2009).

En general, los factores que regulan la variación de la abundancia de diatomeas en PEX, son los nutrimentos (positivamente el NID y negativamente el fósforo), el sílice y la conductividad. En tanto que la correlación de la abundancia con el sílice es positiva y con el fósforo es negativa, la proporción de $Si:P_{tot}$ es baja en las localidades del PEX, suponemos que las especies de diatomeas son buenas competidoras cuando se mantiene esta proporción. De acuerdo con nuestros resultados, la especie más abundante en los tres sitios es *Cyclotella meneghiniana*, que frecuentemente es la especie abundante con bajas proporciones de Si:P (Makulla y Sommer, 1993). En otros lagos del centro de México, se ha observado que las especies de diatomeas con requerimientos altos

de sílice, como aquellas de la familia Fragilariaceae, suelen dominar e incluso haber desplazamiento competitivo entre ellas (García-Rodríguez y Tavera, 2002).

Un análisis de la variabilidad de las abundancias de diatomeas y los factores fisicoquímicos analizados (ANOVA) mostró que el lago Huetzalín y Charco son parecidos, pero el lago Acitlalín no (significancia de Tukey HSD = .043) (Tabla 5), lo que hace pensar que existen pequeñas diferencias respecto a los parámetros ambientales entre los cuerpos de agua del PEX. Como el modelo está basado en nutrimentos y conductividad, pensamos que la calidad del agua influye directamente en las poblaciones de diatomeas. Esta calidad puede irse modificando a través del flujo que sigue en el PEX y que se enfatiza en Acitlalín pues es uno de los últimos lagos que reciben este flujo. Además, Huetzalín y Charco están relativamente cercanos y Acitlalín es el sitio más alejado (Figura 2). Al comparar los datos de nutrimentos y conductividad de los tres sitios (Figura 18), se observó una tendencia hacia la disminución en concentraciones de los nutrimentos, de mayores a menores desde Huetzalín hacia Acitlalín, con los valores de Charco intermedios, mientras que el sílice y la conductividad mostraron el comportamiento inverso, aumentando hacia Acitlalín. La disminución en concentración de nutrimentos podría deberse a la acción depuradora de la vegetación sumergida durante el trayecto del flujo, la concentración de sales (conductividad) podría deberse a la simple acumulación en los últimos reservorios, entre ellos, Acitlalín. El sílice estaría en un caso especial pues aunque la concentración en Acitlalín si es más elevada con respecto a Huetzalín y Charco, no es lo suficiente para afectar la proporción baja de Si:P; ésta se mantiene.

Las poblaciones de diatomeas presentes en el PEX responden significativamente a los cambios en las concentraciones de nutrimentos a pesar de su elevada concentración, lo cual concuerda con el modelo y confirma el postulado de que el monitoreo de la comunidad productora primaria, aporta indicios del estado ecológico de un ambiente acuático (Lampert y Sommer, 1997; Stevenson y Smol, 2003; Wetzel, 2001).

En los tres sitios de estudio predominaron las especies escasas sobre las abundantes, en lago Huetzalín 13 especies abundantes y 19 escasas; en Charco 1 especie abundante y 6 escasas; en lago Acitlalín 3 especies abundantes y 4 escasas. En promedio un 86% de las especies en los tres sitios son especies no abundantes con registro de 1 a 3 individuos, que no contribuyen de manera efectiva a la abundancia de especies en los mismos. Es muy frecuente que las comunidades estén formadas por pocas especies abundantes y muchas escasas (Krebs, 2000). Como puede verse en los datos anteriores, el criterio se cumple para éste estudio y se valida porque la distribución de la abundancia en las especies se ajusta a una serie logarítmica y de acuerdo con Magurran (2004), esta situación se presenta cuando pocos factores controlan las características ecológicas de una comunidad (Figura 16).

En éste trabajo podemos reportar en general para el PEX, seis especies abundantes y dos variedades (*Cyclotella meneghiniana* Kützing; *Thalassiosira*

visurgis Hustedt; *Staurosira construens* var. *venter* (Ehrenberg) P. B. Hamilton; *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Cleve; *Amphora veneta* Kützing; *Gomphonema affine* Kützing; *Gomphonema parvulum* Kützing; *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow) y doce escasas (*Eunotia flexuosa* (Brébisson) Kützing; *Achnanthes inflata* (Kützing) Grunow; *Craticula halophila* (Grunow) D.G. Mann in Round, Crawford, & Mann; *Navicula reinhardtii* (Grunow) Grunow in Cleve & Möller; *Naviculadicta brasiliana* (Cleve) D. Metzeltin & H. Lange-Bertalot in H. Lange-Bertalot ; *Placoneis clementoides* (Hustedt) E.J. Cox; *Sellaphora americana* (Ehrenberg) D.G. Mann; *Amphora coffeaeformis* (C. Agardh) Kützing; *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow; *Hantzschia vivax* (W. Smith) M. Peragallo in Tempere et Paragallo; *Nitzschia clausii* Hantzsch; *Tryblionella compressa* (Bailey) Poulin), (Figura 18), las especies abundantes tiene una presencia homogénea en el PEX, es decir se encuentran en todas las localidades estudiadas, mientras que las escasas se pueden encontrar en sólo una localidad o en varias localidades.

Del 100% de especies descritas para el PEX, alrededor del 69 % de éstas se comparten entre los puntos de recolección. Esto indica que un tercio de las especies posiblemente tienen intervalos de tolerancia a factores más restringidos y este porcentaje señalaría diferencias ambientales entre las localidades.

De los 72 taxas encontrados, 18 son reportados en la bibliografía como especies que toleran una conductividad media-baja, lo cual corresponde con los datos de conductividad recolectados en cada sitio de muestreo (Tabla 2), donde ésta va de los 550 a los 1900 $\mu\text{s cm}^{-1}$. También 31 de esos 72 taxas tienen un registro en la literatura como afines a sitios alcalinos (entre 6.3-9, mejor desarrollo entre 7.9-8.2) (Oliva et al., 2005) y el pH promedio de los cuerpos de agua recolectados en el PEX fluctúa de 6.8-9.1, lo cual coincide con el intervalo de especies alcalófilas.

Aproximadamente 20 taxas de las encontradas en el PEX, se registran en la bibliografía (de las que se tienen datos de su ecología) como especies de aguas salobres, pero la mayoría soportan intervalos bajos de salinidad (oligohalobias), lo que podría indicarnos que la salinidad del agua en el PEX tiende a ser relativamente baja. Una salinidad baja del agua coincide con las medidas de conductividad que obtuvimos (Folleto informativo, 2010).

La taxonomía descriptiva hecha para este trabajo, permitió conocer las especies que existen en el PEX, y las características que presentan tanto a nivel morfológico como ecológico.

Se puede destacar la presencia en el PEX (escasa, sólo en el lago Huetzalín) de *Naviculadicta brasiliana* que es un nuevo registro para México. Es una especie poco registrada, de distribución tropical, que habita aguas salinas y cálidas 50-60°C, observada en el sur de África y en las islas Guadalupe (Bourrelly y Manguin, 1952), con el nombre de *Navicula brasiliana* Cleve var. *guadalupensis* Manguin. Existe además un registro para América del norte (Krammer y Lange-Bertalot, 1986). Los escasos registros de esta especie en diferentes latitudes

sugieren un intervalo amplio de condiciones ecológicas (radiación solar, temperatura, etc.), que de acuerdo con nuestros resultados parece abarcar sitios con condiciones hipereutróficas, como el PEX. Sin embargo, el que sólo se haya observado por primera vez y limitadamente en Huetzalín, sumado a la escasez de registros en general, sugieren que podría ser una especie indicadora de condiciones muy particulares.

El conocimiento de las diatomeas, para su aplicación en diferentes campos es importante, pues además de que pueden servir como bioindicadores, son buenos indicadores estratigráficos como se ha mostrado para el lago de Cuitzeo (Israde Alcántara et al., 2002).

En nuestra opinión, todos los resultados que se han obtenido reafirman la necesidad e importancia de estudios florísticos y ecológicos en ambientes de aguas continentales.

CONCLUSIONES

La zona lacustre de Xochimilco es antiquísima, pero no así el PEX, que se puede decir es un sitio de reciente formación (artificial), el cual está influenciado por condiciones antropogénicas, lo que hace que presente ciertas características como altas concentraciones de nutrimentos, debido en gran parte al agua tratada que lo abastece.

En general, para Xochimilco se han reportado 53 especies de diatomeas en tres trabajos realizados previamente: Flores (1980), Reynoso (1986) y Figueroa (2007), de éstas especies 15 coincidieron con las encontradas en el PEX. Lo anterior nos permite decir que de los 72 taxos (68 especies, las 3 variedades y una forma) encontrados en el PEX son nuevos registros para éste y 57 son nuevos registros para el área Xochimilco (Tabla 13).

Este trabajo presenta un nuevo registro para México, *Naviculadicta brasiliiana*, la cual es una especie tropical, y reportada en este trabajo como una especie escasa, ya que sólo fue encontrada en la localidad lago Huetzalín en el PEX.

Por otro lado, el modelo estadístico que es resultado de este trabajo, presenta al sílice con una de las variables importantes para poder explicar la variación de la abundancia dentro de cada localidad de el PEX, como se sabe este elemento es indispensable para la presencia de diatomeas en los cuerpos de agua; y este es uno de los pocos trabajos donde el sílice es un factor importante dentro de un modelo.

A pesar de que la concentración de nutrimentos en general es alta en el PEX, las diatomeas son capaces de detectar ligeros cambios en las concentraciones de nutrimentos lo que permite a los investigadores analizar y entender las diferencias que se presenten entre localidades.

Es importante no olvidar la forma en que los cuerpos de agua del PEX son llenados, por que este puede ser otro factor que permite la existencia de diferentes concentraciones de nutrimentos en el PEX (Figura 2), ocasionando que la concentración de nutrimentos disminuya, siendo el lago Acitlalín, la localidad con menor concentración de nutrimentos.

Por último este trabajo es un aporte a los pocos estudios florísticos de algas que existen en México y en particular contribuye al conocimiento de la diversidad de diatomeas en el PEX, con este tipo de trabajos como antecedentes es posible plantear propuestas para el manejo de sistemas acuáticos perturbados como Xochimilco.

REFERENCIAS

APHA (American Public Health Association), 1992. Standard Methods for examination of Water and Wastewater. 17 th edition. American Public Health Association, New York. 1454 pp.

APHA (American Public Health Association), 1998. Standard Methods for examination of Water and Wastewater. 19 th edition. American Public Health Association, Washington. 1536 pp.

Begon, M., Harper, J. and Townsend, C. 1990, Ecology. Individuals, populations, and communities: Oxford, Blackwell Scientific Publications, xii+1-876.

Buf, H. & Bayer, M, 2002, Automatic diatom identification.-World Scientific, Series in Machine perception and artificial intelligence.- 316 pp. Vol 51.

Cantoral-Uriza, E., Carmona-Jiménez, J & Montejano, G. 1997. Diatoms of Calcareous Tropical springs in the central región of Mexico.- Cryptogamie, Algol. 18 (1): 19-46.

Ensástigue, J. Alvizo,G. & Aguirre, L, 1995, La calidad del agua del Parque Ecológico de Xochimilco un estudio de la vegetación estacional .- In : STEPHAN-OTTO,E. (Coord): Memorias del II Seminario Internacional de Investigaciones de Xochimilco, A.C.

Figuroa, G.; Santos, D. & Velasco, A, 2008, Ficoflora de Xochimilco, parte I: Diatomeas y Clorofitas.- 122 pp., Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Flores, C. 1980, Variaciones estacionales en la composición florística del fitoplancton de dos Canales de Xochimilco, D.F., México. Tesis, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. - 139 pp.

García- Rodríguez, J. & R. Tavera. 2002. Phytoplankton composition and biomass in a shallow, monomictic tropical lake. Hydrobiologia. Developments in Hydrobiology. 467: 91-98.

Germain, H., 1981. Flore des Diatomées. Diatomophycees. Eux douces et saumâtres du Massif Armoricain et des contrée voisines d'Europe Occidentale. 444 pp. Société Nouvelle des Editions Boubée, Paris.

González, A, 1991, Contribución al estudio florístico estacional de la laguna de Tila y canales Adyacentes, Xochimilco, México, D.F. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. – 80 pp.

Gotelli, N.J. and G.L. Entsminger. 2001. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>.

Hach, 1997. DR/2010 Spectrophotometer. Procedures manual. Hach Co., Loveland, CO.

Harper, D. 1992. Eutrophication of Freshwaters: principles, problems and restoration. Chapman & Hall. 317 pp.

Hoek, C. Man, D. y Jahns H. 1995. Algae an introduction to phyocology. Cambridge, University Press. 623 pp.

Israde Alcántara, I., V. H. Garduño-Monrroy y R. Ortega Murillo, 2002. Paleambiente lacustre del cuaternario tardío en el centro del Lago Cuitzeo. *Hidrobiológica* 12(1): 61-78.

Krammer, K. 2000. The genus *Pinnularia*: Ruggell, Gantner Verlag, 1-703.

Krammer, K. 2003, *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocybella*: Ruggell, Gantner Verlag, 1-530.

Krammer, K. 1997a, Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxones. Teil 1. Allgemeines und *Encyonema* Part: Berlin - Stuttgart, J. Cramer, 1-382.

Krammer, K. 1997b, Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxones. Teil 2. *Encyonema* part., *Encyonopsis* and *Cymbellopsis*: Berlin - Stuttgart, J. Cramer, 1-469.

Krammer, K and Lange-Bertalot, H. 1985, Naviculaceae. Neue und wenig bekannte Taxones, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen: Berlin - Stuttgart, J. Cramer, 1-230.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1986, Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. Band 2/1: Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 1-876, 206 taf.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1988, Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Band 2/2: Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 1-576 + 187 pl.

Krammer, Kurt and Lange-Bertalot, Horst, 1991a, Bacillariophyceae Teil. 4, Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4: Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 1-438+88 Taff.

Krammer, K and Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3: Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 1-576+166.

Krebs, C.J., 1999, Ecological methodology: Menlo Park, Benjamin Cummings, xii+1-620

Lampert, W. & Sommer, U. 2007. Limnoecology. Oxford, University Press. New York. 324 pp.

Lee, R. 1999. Phycology. Cambridge, University Press. 614 pp.

Lee, R. 2007. Phycology.. Cambridge, University Press. 547 pp.

Lowe, R.L, 1974. Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. National Environmental Research Center. Cincinnati, Ohio. 334 pp.

Magurran, A. 2004. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. Princeton. 407 pp.

Makulla, A. & U. Sommer. 1993. Relationships between resource ratios and phytoplankton species composition during spring in five north German lakes. Limnol. Oceanogr., 38(4): 846-856.

Martínez-Cruz, J., O. Téllez y G. Ibarra-Manríquez. 2009). Estructura de los encinares de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México. Revista Mexicana de Biodiversidad , 80: 145- 156,

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Novelo, E., R. Tavera and C. Ibarra 2007. Bacillariophyceae from karstic wetlands in Mexico. Bibliotheca Diatomologica 54. 21 plates. 3 figs. 136 p. ISBN 978-3-443-37 045-3; ISSN 1436-7270. Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung: Stuttgart.

Oliva-Martínez M.G., J.G. Ramírez-Martínez., G. Garduño-Solórzano, J.Cañetas-Ortega y Martha M. Ortega, 2005. Caracterización diatomológica en tres cuerpos de aguas de los humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca, Estado de México. *Hidrobiológica* 15(1): 1-26.

Patrick, R and Reimer, Ch., 1975, The Diatoms of the United States. Vol. 2: Philadelphia, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1-213.

Patrick, R and Reimer, Ch., 1966, The Diatoms of the United States: Philadelphia, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1-688.

Reynoso, A. L. 1986, Estudio del fitoplancton del lago de Xochimilco, D.F, Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 105 pp.

Romero, F., Meléndez, A., Méndez, A y Cárdenas, G. 2006. Informe final .Programa permanente de monitoreo de flora y fauna Silvestre para obtener indicadores biológicos de conservación de suelo y agua del área natural protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

Round F., Crawford R. y Mann D. 1990. *The diatoms. Biology and Morphology of the genera*. Cambridge University Press.

Samano-Bishop, A, 1933, Algunas cianofíceas del lago de Xochimilco.- Anal, Instituto, Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 4:29-31.

- 1934. Contribución al conocimiento de las algas verdes de los lagos del Valle de México.- Anal, Instituto, Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 5: 149-177.

- 1940. Algas del Valle de México parte II.- Anal, Instituto, Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 11:41-50.

Stephan-Otto,E, 1995, Memorias del II Seminario Internacional de Investigaciones de Xochimilco, A.C.- 278 pp. Vol. I.

- 1995. Memorias del II Seminario Internacional de Investigaciones de Xochimilco, A.C.- 196 pp. Vol. II.

Tavera, R., E. Novelo & A. Comas. 2000. Chlorococcalean algae (s.l.) from the Ecological Park of Xochimilco, Mexico. *Archive für Hydrobiologie / Algological Studies* 100: 65-94.

Tavera, R. & B. Díez. 2009. Multifaceted approach for the analysis of the phototrophic microbial community in a freshwater recreational area of Xochimilco, México. *Hydrobiologia*. 636: 353-368.

Stevenson, J. y Smol, J. 2003. Use of algae in environmental assessments. En Wehr, J. D. & R. G. Sheath (eds), *Freshwater Algae of North America Ecology and Classification*. Academic Press, Amsterdam: 775–804.

Stoerme, E. y Julius, M. 2003. *Centric Diatom*. En Wehr, J. y Sheath, R, *Freshwater algae of North America: Ecología y clasificación*. Academic Press, Amsterdam: 559-594.

Vouilloud A., Silvia E., Núñez- Avellaneda M. & Duque S., 2010. Diatoms from the Colombian and Peruvian Amazon: the Genera *Encyonema*, *Encyonopsis* and *Gomphonema* (Cymbellales: Bacillariophyceae) *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 58 (1): 45-62.

Wetzel, R. G. (2001). *Limnology. Lake and River Ecosystems*. 3° ed. Academia Press. California.

Xolalpa, F. 2009. Monitoreo quincenal de clorofila a y parámetros fisicoquímicos en tres localidades de los canales de Xochimilco (Canal del Bordo, laguna de la Virgen y Canal del Japón) período 11 agosto al 3 de Noviembre 2008. Informe de Investigación. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Referencias electrónicas

Folleto informativo, 2010. Conductividad/Salinidad. http://www.swrcb.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf. Último acceso en octubre de 2010.

González, E.J. y Ortaz, M. Efectos del enriquecimiento con N y P sobre la comunidad del fitoplancton en microcosmos de un embalse tropical (La Mariposa, Venezuela). *Rev. biol. trop.* [online]. mar. 1998, vol.46, no.1 [citado 14 Abril 2010], p.27-34. Disponible en la World Wide Web: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77441998000100002&lng=es&nrm=iso. ISSN 0034-7744.

Werner, D. 1977. Introduction with a note on taxonomy. *The Biology of Diatoms*. Botanical Monographs Vol.13. University of California Press.498 pp. http://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=A4GBA7rlAroC&oi=fnd&pg=PP9&dq=introduction+with+a+note+on+taxonomy&ots=y rz5bsLpVB&sig=TtB5_NkgCKpQfqi yG_KG_deT1Ak#v=onepage&q=introduction%20with%20a%20note%20on%20taxonomy&f=false.

http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=33298&sk=0&from=results

www.conama.cl/educacionambiental/.../articles-29100_recurso_3.pdf

<http://www.dicciomed.es/php/diccio.php>

ANEXO

Láminas

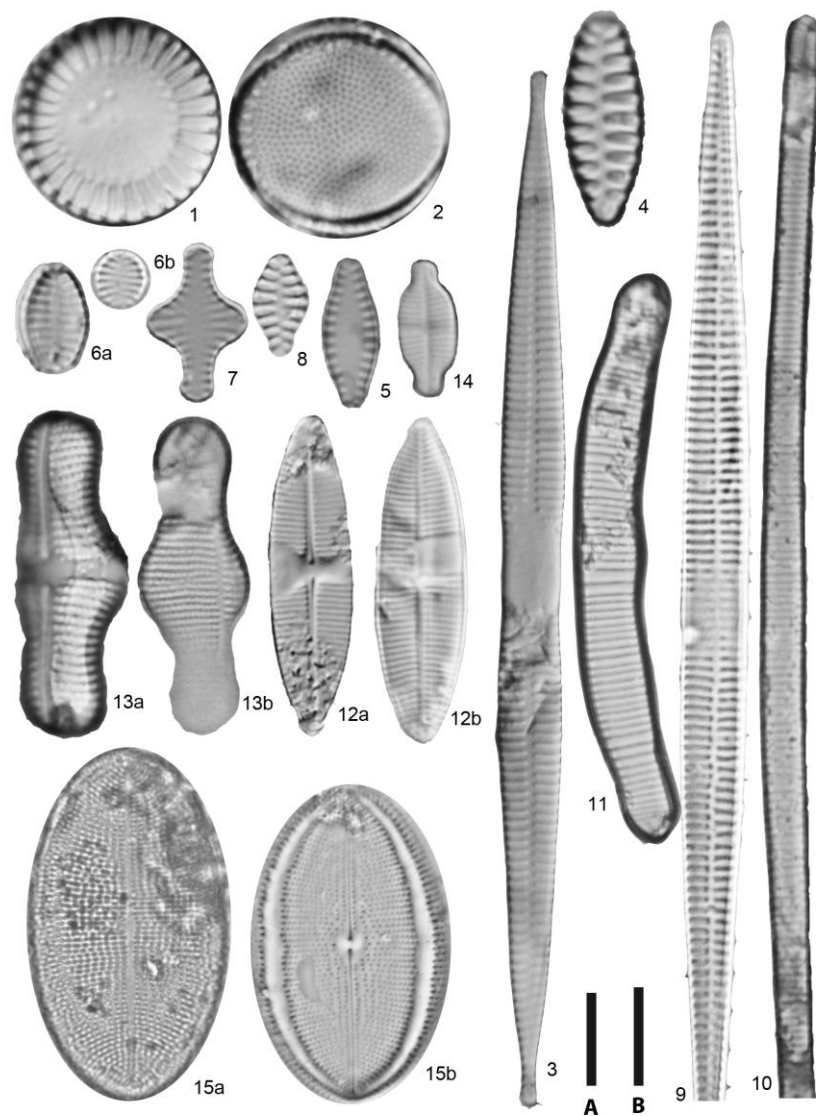


Lámina 1. 1) *Cyclotella meneghiniana* Kützing; 2) *Thalassiosira visurgis* Hustedt; 3) *Ctenophora pulchella* (Ralfs ex Kützing) D.M. Williams et Round; 4) *Martyana martyi* (Héribaud) Round; 5) *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow) D.M. Williams et Round; 6 a-b) *Staurosira construens* var. *venter* (Ehrenberg) P.B. Hamilton; 7) *Staurosirella leptostauron* (Ehrenberg) D.M. Williams et Round; 8) *Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) D.M. Williams et Round; 9) *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère; 10) *Eunotia flexuosa* (Brébisson) Kützing; 11) *Eunotia pectinalis* Rabenhorst; 12 a-b) *Achnanthes hungarica* (Grunow) Grunow; 13 a-b) *Achnanthes inflata*. (Kützing) Grunow; 14) *Achnanthyidium exiguum* (Grunow) Czarnecki; 15 a-b) *Cocconeis placentula* Ehrenberg. Barra A = 10 μ m, exepcto 10 y 11 son barra B = 20 μ m. Fotos tomadas por Claudia Orozco.

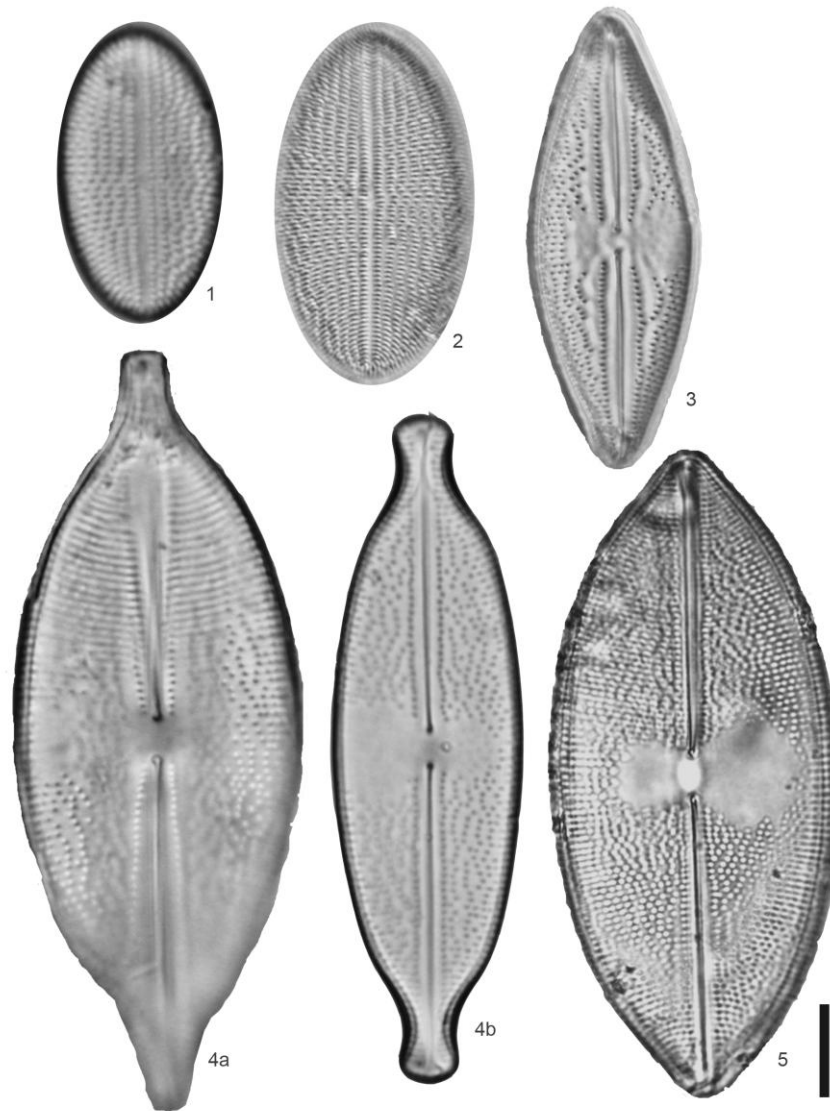


Lámina 2. 1) *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Cleve; 2) *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Cleve; 3) *Anomoeoneis costata* (Kützting) Hustedt; 4 a-b) *Anomoeoneis sphaerosphora* Pfitzer; 4) *Anomoeoneis sphaerosphora* f. *sculpta* (Ehrenberg) Krammer. Barra =10 μ m. Fotos tomadas por Claudia Orozco.

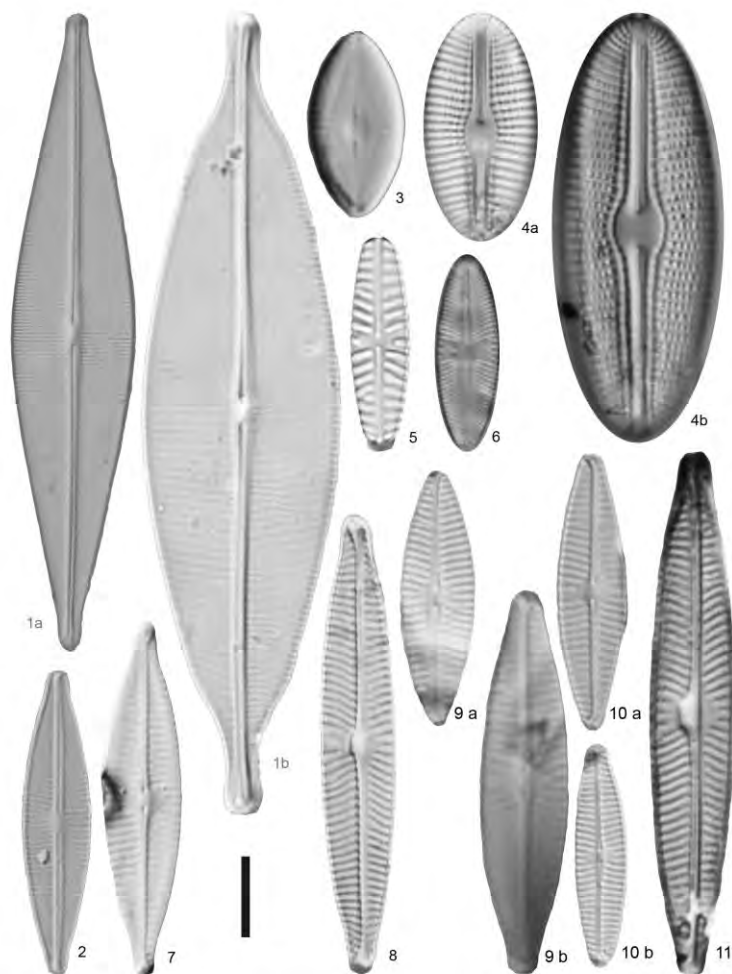


Lámina 3. 1 a-b) *Craticula cuspidata* (Kützing) Mann; 2) *Craticula halophila* (Grunow in van Heurck) Mann; 3) *Diademis confervacea* Kützing; 4 a-b) *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve; 5) *Hippodonta hungarica* (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski; 6) *Luticola goeppertiana* (Bleisch) D.G. Mann in Round, Crawford & Mann; 7) *Navicula cryptocephala* Kützing 8) *Navicula radiosa* Kützing; 9 a-b) *Navicula recens* (Lange-Bertalot) Lange Bertalot; 10 a-b) *Navicula veneta* Kützing; 11) *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg. Barra = 10 µm. Fotos tomadas por Claudia Orozco.

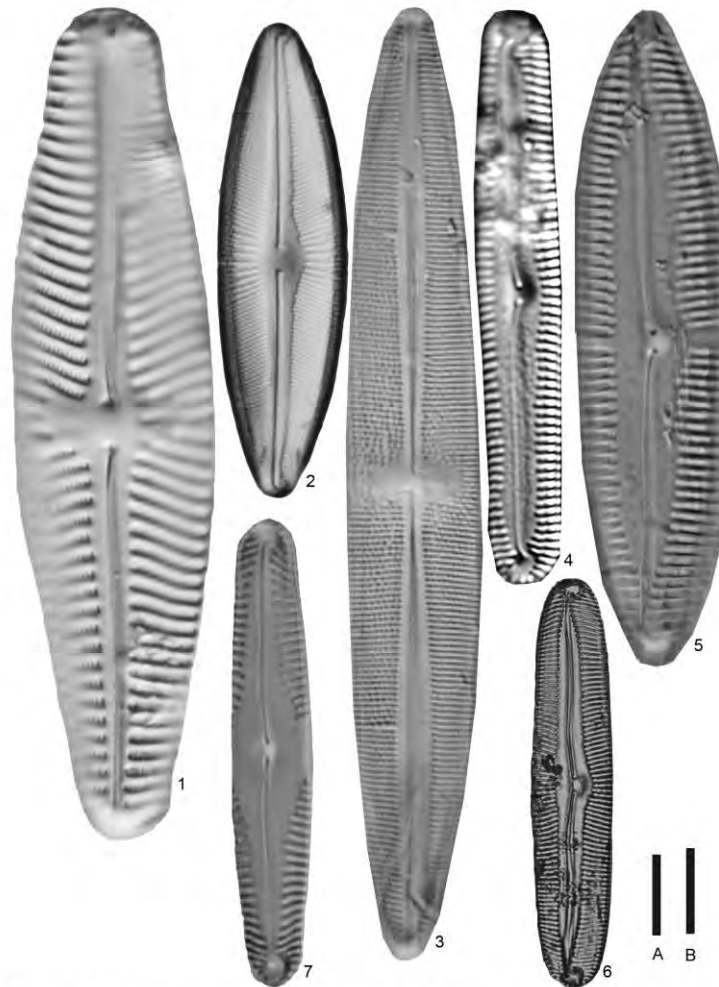


Lámina 4. 1) *Navicula reinhardtii* (Grunow) Grunow in Cleve & Möller; 2) *Naviculadicta brasiliiana* (Cleve) D. Metzeltin & H. Lange-Bertalot in H. Lange-Bertalot ; 3) *Neidium ampliatum* (Ehrenberg) Krammer in Krammer et Lange-Bertalot; 4) *Pinnularia acrosphaeria* W. Smith; 5) *Pinnularia acuminata* W. Smith; 6) *Pinnularia gibba* (Ehrenberg) Ehrenberg; 7) *Pinnularia major* (Kützting) Rabenhorst. Barra A= 10 μ m, exepcto 6 son barra B = 20 μ m. Fotos tomadas por Claudia Orozco.

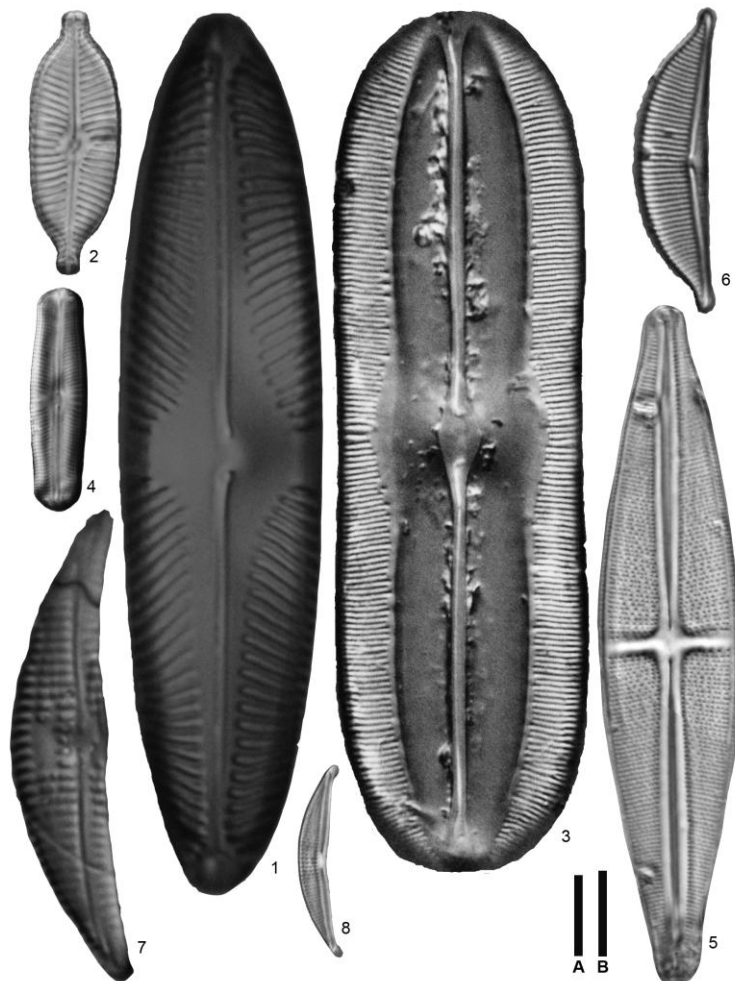


Lámina 5. 1) *Pinnularia mayarum* Novelo, Tavera et Ibarra; 2) *Placoneis clementoides* (Hustedt) E.J. Cox 3) *Sellaphora americana* (Ehrenberg) D.G. Mann; 4) *Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschowsky; 5) *Stauroneis phoecenteron* (Nitzsch) Ehrenberg; 6) *Amphora coffeaeformis* (C. Agardh) Kützing; 7) *Amphora copulata* (Kützing) Schoeman & Archibald; 8) *Amphora veneta* Kützing. Barra A= 10 μ m, exepcto 3 son barra B = 20 μ m. Fotos tomadas por Claudia Orozco.

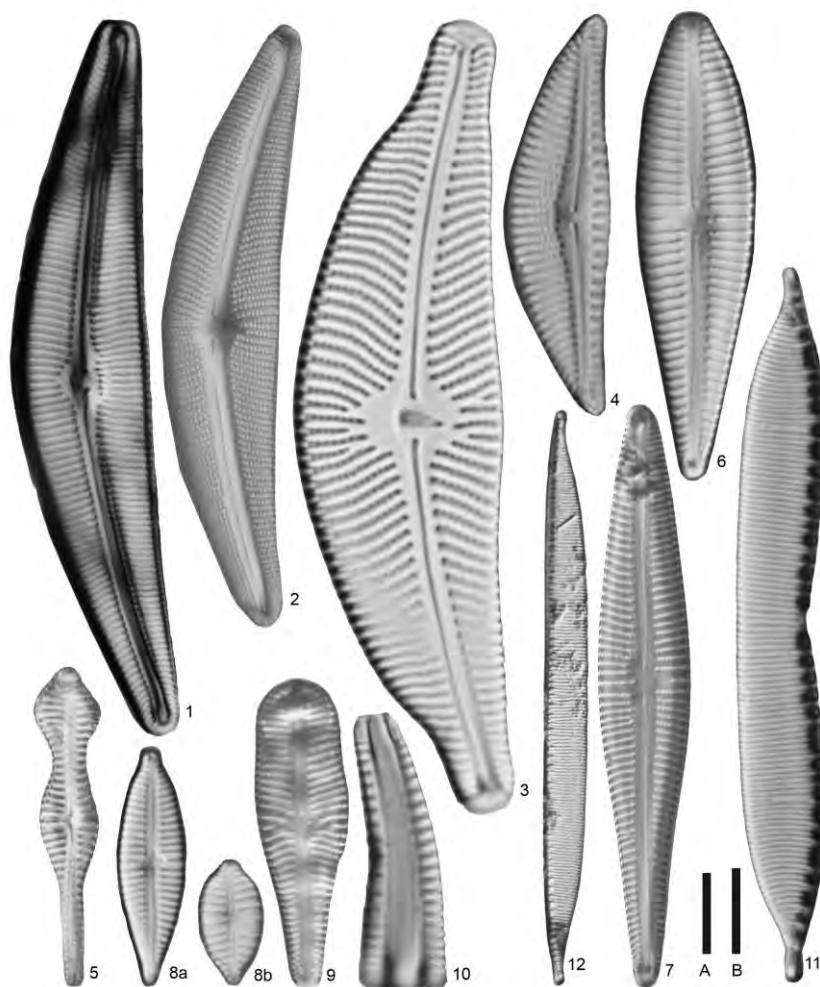


Lámina 6. 1) *Cymbella aspera* (Ehrenberg) Cleve; 2) *Cymbella mexicana* (Ehrenberg) Cleve; 3) *Cymbella tumida* (Brébisson ex Kützing) Van Heurck; 4) *Encyonema* Krammer; 5) *Gomphonema acuminatum* C. G. Ehrenberg; 6) *Gomphonema affine* F.T. Kützing; 7) *Gomphonema gracile* C. G. Ehrenberg; 8 a-b) *Gomphonema parvulum* Kützing; 9) *Gomphonema truncatum* C. G. Ehrenberg; 10) *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot, 11) *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow; 12) *Hantzschia vivax* (W. Smith) Grunow. Barra A= 10 µm, excepto 1, 2, 12 son barra B = 20 µm.
Fotos tomadas por Claudia Orozco.

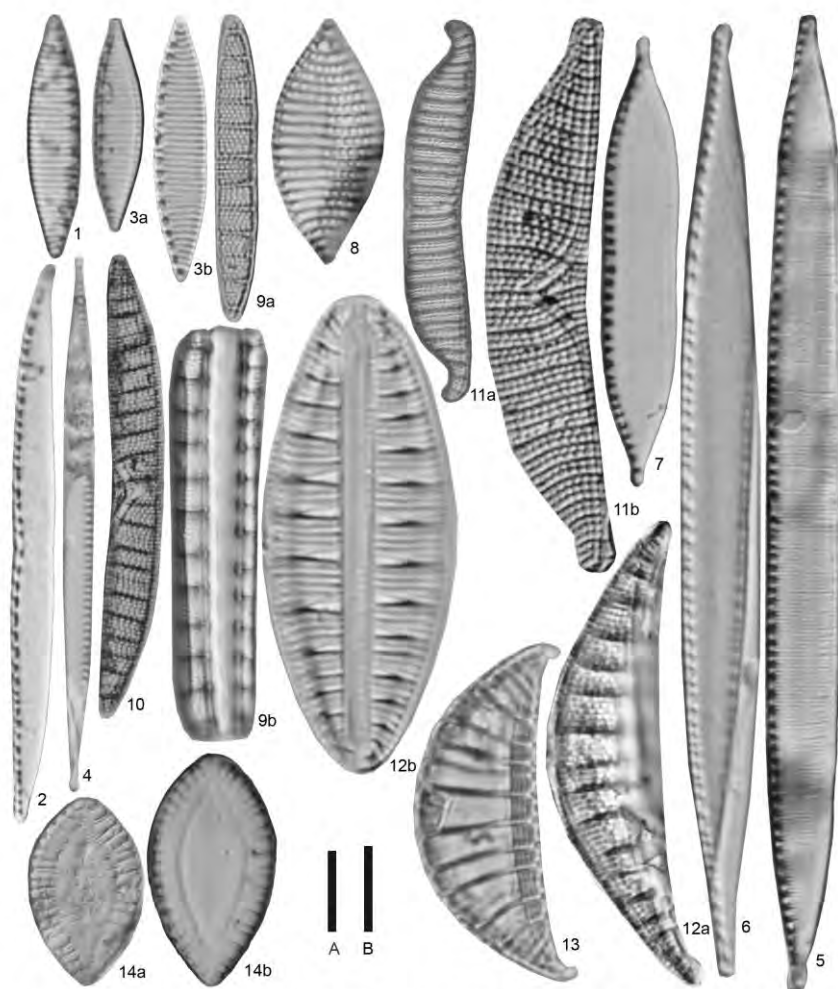


Lámina 7. 1) *Nitzschia amphibia* Grunow; 2) *Nitzschia clausii* Hantzsch; 3 a-b) *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow; 4) *Nitzschia gracilis* Hantzsch; 5) *Nitzschia intermedia* Hantzsch ex Clave et Grunow; 6) *Nitzschia tubicola* Grunow; 7) *Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot; 8) *Tryblionella compressa* (Baley) M. Poulin in M. Poulin, L. Bérard-Termault, A. Cardinal & P.B. Hamilton; 9 a-b) *Denticula valida* (Pedicino) Grunow in Van Heurck; 10) *Ephitemia adnata* (Kützing) Brébisson; 11 a-b) *Ephitemia turgida* (Ehrenberg) Kützing; 12 a-b) *Rhopalodia acuminata* Krammer; 13) *Rhopalodia operculata* (Agardh) Håkansson; 14 a-b) *Surirella brebissonii* Krammer et Lange-Bertalot. Barra A= 10 µm, excepto 2,4,10,11a, son barra B = 20 µm. Fotos tomadas por Claudia Orozco.

Tabla 11. Número de Individuos de la clase Bacillariophyceae registrados en el PEX. ni = número de individuos de la especie i ; pi = abundancia proporcional de la especie i ($pi = ni/N$). N= total de individuos en cada localidad.

| Especies | Localidades | | | | | |
|--|----------------|-------------|--------|-------------|----------------|-------------|
| | Lago Huetzalín | | Charco | | Lago Acitlalín | |
| | ni | pi | ni | Pi | ni | pi |
| <i>Achnanthes inflata</i> (Kützing) Grunow | 1 | 0.000041867 | 2 | 0.001164144 | 2 | 0.000209952 |
| <i>Achnanthes hungarica</i> Grunow in Van Heurck | 269 | 0.011262299 | 20 | 0.011641444 | 31 | 0.003254252 |
| <i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki | 220 | 0.009210802 | 3 | 0.001746217 | 15 | 0.001574638 |
| <i>Amphora coffeaeformis</i> (C. Agardh) Kützing | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & Archibald | 236 | 0.009880678 | 68 | 0.039580908 | 153 | 0.016061306 |
| <i>Amphora veneta</i> Kützing | 750 | 0.031400461 | 133 | 0.077415600 | 208 | 0.021834978 |
| <i>Anomoeoneis costata</i> (Kützing) Hustedt | 404 | 0.016914381 | 7 | 0.004074505 | 10 | 0.001049759 |
| <i>Anomoeoneis sphaerosphora</i> Pfitzer | 177 | 0.007410509 | 2 | 0.001164144 | 2 | 0.000209952 |
| <i>Anomoeoneis sphaerosphora</i> f. <i>sculpta</i> (Ehrenberg) Krammer | 107 | 0.004479799 | 17 | 0.009895227 | 6 | 0.000629855 |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Cleve | 22 | 0.000921080 | 7 | 0.004074505 | 12 | 0.001259710 |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>linneata</i> (Ehrenberg) Cleve | 416 | 0.017416789 | 98 | 0.057043073 | 172 | 0.018055847 |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg | 73 | 0.003056311 | 17 | 0.009895227 | 39 | 0.004094058 |
| <i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G. Mann | 7 | 0.000293071 | 6 | 0.003492433 | 2 | 0.000209952 |
| <i>Craticula halophila</i> (Grunow ex Van Heurck) Mann | 5 | 0.000209336 | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) D. Williams & Round | 21 | 0.000879213 | 5 | 0.002910361 | 1 | 0.000104976 |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing | 7546 | 0.315930500 | 357 | 0.207799767 | 6077 | 0.637938274 |
| <i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve | 77 | 0.003223781 | 9 | 0.005238650 | 49 | 0.005143817 |
| <i>Cymbella mexicana</i> (Ehrenberg) Cleve | 33 | 0.001381620 | 4 | 0.002328289 | 43 | 0.004513962 |
| <i>Cymbella tumida</i> (Brébisson ex Kützing) Van Heurck | 8 | 0.000334938 | 18 | 0.010477299 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Denticula valida</i> (Pedicino) Grunow in Van Heurck | 32 | 0.001339753 | 9 | 0.005238650 | 14 | 0.001469662 |
| <i>Diadismis confervacea</i> Kützing | 284 | 0.011890308 | 10 | 0.005820722 | 8 | 0.000839807 |
| <i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve | 2 | 0.000083735 | 8 | 0.004656577 | 8 | 0.000839807 |
| <i>Encyonema mesianum</i> (Cholnoky) D.G.Mann | 17 | 0.000711744 | 3 | 0.001746217 | 3 | 0.000314928 |
| <i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson | 6 | 0.000251204 | 19 | 0.011059371 | 3 | 0.000314928 |
| <i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing | 110 | 0.004605401 | 35 | 0.020372526 | 33 | 0.003464203 |
| <i>Eunotia flexuosa</i> (Brébisson ex Kützing) Kützing | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 | 10 | 0.001049759 |
| <i>Eunotia pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst | 15 | 0.000628009 | 0 | 0.000000000 | 7 | 0.000734831 |
| <i>Gomphonema acuminatum</i> C. G. Ehrenberg | 2 | 0.000083735 | 2 | 0.001164144 | 0 | 0.000000000 |

Tabla 11. Continuación

| | | | | | | |
|--|------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|
| <i>Gomphonema affine</i> F.T. Kützing | 454 | 0.019007745 | 180 | 0.104772992 | 142 | 0.014906571 |
| <i>Gomphonema gracile</i> C. G. Ehrenberg | 13 | 0.000544275 | 5 | 0.002910361 | 5 | 0.000524879 |
| <i>Gomphonema parvulum</i> Kützing | 1308 | 0.054762403 | 73 | 0.042491269 | 87 | 0.009132899 |
| <i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg | 12 | 0.000502407 | 4 | 0.002328289 | 3 | 0.000314928 |
| <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow | 8 | 0.000334938 | 4 | 0.002328289 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Hantzschia vivax</i> (W. Smith) Grunow | 10 | 0.000418673 | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski | 115 | 0.004814737 | 3 | 0.001746217 | 52 | 0.005458744 |
| <i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D.G. Mann in Round, Crawford, & Mann | 314 | 0.013146326 | 0 | 0.000000000 | 10 | 0.001049759 |
| <i>Martyana martyi</i> (Héribaud) Round | 308 | 0.012895122 | 9 | 0.005238650 | 2 | 0.000209952 |
| <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing | 15 | 0.000628009 | 5 | 0.002910361 | 6 | 0.000629855 |
| <i>Navicula radiosa</i> Kützing | 78 | 0.003265648 | 25 | 0.014551804 | 26 | 0.002729372 |
| <i>Navicula recens</i> (Lange Bertalot) Lange Bertalot | 158 | 0.006615030 | 1 | 0.000582072 | 24 | 0.002519421 |
| <i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow | 1 | 0.000041867 | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Navicula veneta</i> Kützing | 141 | 0.005903287 | 43 | 0.025029104 | 97 | 0.010182658 |
| <i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg | 10 | 0.000418673 | 4 | 0.002328289 | 16 | 0.001679614 |
| <i>Naviculadicta brasiliiana</i> (Cleve) D. Metzeltin & H. Lange-Bertalot in H. Lange-Bertalot | 2 | 0.000083731 | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer in Krammer et Lange-Bertalot | 9 | 0.000376806 | 1 | 0.000582072 | 12 | 0.001259710 |
| <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow | 562 | 0.023529412 | 62 | 0.036088475 | 49 | 0.005143817 |
| <i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch | 10 | 0.000418673 | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow | 2017 | 0.084446305 | 147 | 0.085564610 | 338 | 0.035481839 |
| <i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch in Rabenhorst | 23 | 0.000962947 | 1 | 0.000582072 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve et Grunow | 30 | 0.001256018 | 5 | 0.002910361 | 1 | 0.000104976 |
| <i>Nitzschia tubicola</i> Grunow | 0 | 0.000000000 | 3 | 0.001746217 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange Bertalot | 163 | 0.006824367 | 5 | 0.002910361 | 9 | 0.000944783 |
| <i>Pinnularia acrosphaeria</i> W. Smith | 4 | 0.000167469 | 1 | 0.000582072 | 2 | 0.000209952 |
| <i>Pinnularia acuminata</i> W. Smith | 39 | 0.001632824 | 1 | 0.000582072 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Pinnularia gibba</i> (Ehrenberg) Ehrenberg | 44 | 0.001842160 | 0 | 0.000000000 | 3 | 0.000314928 |
| <i>Pinnularia major</i> (Kützing) Rabenhorst | 54 | 0.002260833 | 4 | 0.002328289 | 7 | 0.000734831 |
| <i>Pinnularia mayarum</i> Novelo, Tavera et Ibarra | 10 | 0.000418673 | 1 | 0.000582072 | 6 | 0.000629855 |
| <i>Placoneis clementoides</i> (Hustedt) E.J. Cox | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 | 10 | 0.001049759 |
| <i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) Williams & Round | 139 | 0.005819552 | 9 | 0.005238650 | 107 | 0.011232417 |
| <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot | 34 | 0.001423488 | 6 | 0.003492433 | 5 | 0.000524879 |

Tabla 11. Continuación

| | | | | | | |
|---|-------|-------------|----------|-------------|------|-------------|
| <i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer | 12 | 0.000502407 | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Rhopalodia operculata</i> (Agardh) Hakansson | 1 | 0.000041867 | 10 | 0.005820722 | 1 | 0.000104976 |
| <i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky | 115 | 0.004814737 | 39 | 0.022700815 | 96 | 0.010077682 |
| <i>Sellaphora americana</i> (Ehrenberg) D.G. Mann | 1 | 0.000041867 | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Stauroneis phoececenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg | 12 | 0.000502407 | 0 | 0.000000000 | 5 | 0.000524879 |
| <i>Stausirosira construens</i> var. <i>venter</i> (Ehrenberg) P.B. Hamilton | 6262 | 0.262172912 | 93 | 0.054132712 | 286 | 0.030023095 |
| <i>Stausirosirella leptostauron</i> (Ehrenberg) D. M. Williams et Round | 103 | 0.004312330 | 17 | 0.009895227 | 64 | 0.006718455 |
| <i>Stausirosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D. M. Williams et Rount | 274 | 0.011471635 | 44 | 0.025611176 | 249 | 0.026138988 |
| <i>Surirella brebissonii</i> Krammer et Lange-Bertalot | 6 | 0.000251204 | 20 | 0.011641444 | 1 | 0.000104976 |
| <i>Thalassiosira visurgis</i> Hustedt | 129 | 0.005400879 | 22 | 0.012805588 | 875 | 0.091853874 |
| <i>Tryblionella compresa</i> (Baley) M. Poulin in M. Poulin, L. Bérard-Terriault, A. Cardinal & P.B. Hamilton | 1 | 0.000041867 | 0 | 0.000000000 | 0 | 0.000000000 |
| <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère | 45 | 0.001884028 | 12 | 0.006984866 | 22 | 0.002309469 |
| Número total de individuos (N) | 23886 | | 171 8 | | 9526 | |
| Número total de especies (S) | 68 | | 57 | | 57 | |

Tabla 12. Presencia de diatomeas en el cada localidad colectada del Parque Ecológico de Xochimilco (PEX).

| Especies | Lago Huetzalín | Charco | Lago Acitlalín |
|--|----------------|---------------------------------------|----------------|
| <i>Achnanthes inflata</i> (Kützing) Grunow | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Achnanthes hungarica</i> Grunow in Van Heurck | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Achnanthidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Amphora coffeaeformis</i> (C. Agardh) Kützing | | Registro solo para canal Bordo | |
| <i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & Archibald | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Amphora veneta</i> Kützing | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Anomoeoneis costata</i> (Kützing) Hustedt | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Anomoeoneis sphaerosphora</i> Pfitzer | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Anomoeoneis sphaerosphora</i> f. <i>sculpta</i> (Ehrenberg) Krammer | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Cleve | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>linneata</i> (Ehrenberg) Cleve | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G. Mann | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Craticula halophila</i> (Grunow ex Van Heurck) Mann | ☒ | | |
| <i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) D. Williams & Round | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Cymbella mexicana</i> (Ehrenberg) Cleve | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Cymbella tumida</i> (Brébisson ex Kützing) Van Heurck | ☒ | ☒ | |
| <i>Denticula valida</i> (Pedicino) Grunow in Van Heurck | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Diadesmis confervacea</i> Kützing | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Encyonema mesianum</i> (Cholnoky) D.G.Mann | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Eunotia flexuosa</i> (Brébisson ex Kützing) Kützing | | | ☒ |

Tabla 12. Continuación.

| | | | |
|--|---|---|---|
| <i>Eunotia pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst | ☒ | | ☒ |
| <i>Gomphonema acuminatum</i> C. G. Ehrenberg | ☒ | ☒ | |
| <i>Gomphonema affine</i> F.T. Kützing | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Gomphonema gracile</i> C. G. Ehrenberg | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Gomphonema parvulum</i> Kützing | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow | ☒ | ☒ | |
| <i>Hantzschia vivax</i> (W. Smith) Grunow | ☒ | | |
| <i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D.G. Mann in Round, Crawford, & Mann | ☒ | | ☒ |
| <i>Martyana martyi</i> (Héribaud) Round | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Navicula radiosa</i> Kützing | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Navicula recens</i> (Lange Bertalot) Lange Bertalot | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow | ☒ | | |
| <i>Navicula veneta</i> Kützing | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Naviculadicta brasiliiana</i> (Cleve) D. Metzeltin & H. Lange-Bertalot in H. Lange-Bertalot | ☒ | | |
| <i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer in Krammer et Lange-Bertalot | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch | ☒ | | |
| <i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch in Rabenhorst | ☒ | ☒ | |
| <i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve et Grunow | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Nitzschia tubicola</i> Grunow | | ☒ | |
| <i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange Bertalot | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Pinnularia acrosphaeria</i> W. Smith | ☒ | ☒ | ☒ |

Tabla 12. Continuación.

| | | | |
|--|---|---|---|
| <i>Pinnularia acuminata</i> W. Smith | ☒ | ☒ | |
| <i>Pinnularia gibba</i> (Ehrenberg) Ehrenberg | ☒ | | ☒ |
| <i>Pinnularia major</i> (Kützting) Rabenhorst | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Pinnularia mayarum</i> Novelo, Tavera et Ibarra | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Placoneis clementoides</i> (Hustedt) E.J. Cox | | | ☒ |
| <i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) Williams & Round | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer | ☒ | | |
| <i>Rhopalodia operculata</i> (Agardh) Hakansson | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Sellaphora pupula</i> (Kützting) Mereschkowsky | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Sellaphora americana</i> (Ehrenberg) D.G. Mann | ☒ | | |
| <i>Stauroneis phoecenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg | ☒ | | ☒ |
| <i>Staurosira construens</i> var. <i>venter</i> (Ehrenberg) P.B. Hamilton | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Staurosirella leptostauron</i> (Ehrenberg) D. M. Williams et Round | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D. M. Williams et Rount | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Surirella brebissonii</i> Krammer et Lange-Bertalot | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Thalassiosira visurgis</i> Hustedt | ☒ | ☒ | ☒ |
| <i>Tryblionella compressa</i> (Baley) M. Poulin in M. Poulin, L. Bérard-Terriault, A. Cardinal & P.B. Hamilton | ☒ | | |
| <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère | ☒ | ☒ | ☒ |

Tabla 13. Representa las especies que comparte el PEX con la zona de Xochimilco Canales, en los trabajos previos a este en el que reportaron diatomeas.

| Registros del PEX | Flores Granados, 1980 | Reynoso, 1986 | Figuroa et al 2008 |
|---|-----------------------------|------------------|-----------------------|
| <i>Achnanthes hungarica</i> Grunow in Van Heurck | | ◆ | |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Cleve | | | ◆ |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg | ◆ | ◆ | ◆ |
| <i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G. Mann | | | ◆ |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing | ◆ | ◆ | ◆ |
| <i>Diadesmis confervacea</i> Kützing | | | ◆ |
| <i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing | ◆ | ◆ | ◆ |
| <i>Gomphonema acuminatum</i> C. G. Ehrenberg | | | ◆ |
| <i>Gomphonema parvulum</i> Kützing | ◆ | | |
| <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow | | | ◆ |
| <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing | ◆ | | ◆ |
| <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow | | | ◆ |
| <i>Pinnularia gibba</i> (Ehrenberg) Ehrenberg | ◆ | ◆ | |
| <i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky | | | ◆ |
| <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère | ◆ | ◆ | ◆ |