



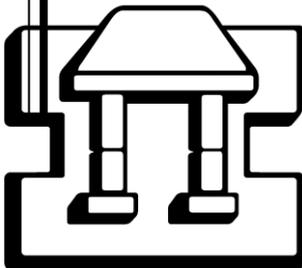
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

“DIATOMEAS DE LA ZONA LITORAL
DE UN LAGO HIPOSALINO PROFUNDO”

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I O L O G A
P R E S E N T A :
CUELLAR RIOS MONICA

**DIRECTORA DE TESIS:
M. en C. MARIA GUADALUPE OLIVA MARTINEZ**



IZTACALA TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO 2012



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.

Dedico este trabajo:

A mi madre Luz Rios Collaso y muy en especial a mi padre Marcos Cuellar Perez, por su ejemplo de superacion personal, por todo su apoyo y comprension durante toda mi formación profesional. Y lo más importante por haberme brindado la oportunidad de enriquecer mi vida a traves del estudio.

A mis queridos hermanos; Elizabeth, Miguel y Marco Antonio, por su apoyo y palabras de aliento en momentos difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Es difícil poder expresar con palabras mi agradecimiento a todas y cada una de las personas que me apoyaron en la realización de este trabajo.

Especialmete a la M. en C. Maria Guadalupe Oliva Martinez directora de esta tesis, por sus conocimientos comparidos, su tiempo invertido, por su paciencia y su apoyo incondicional en los momentos difíciles.

A los miembros del jurado. M. en C. Gloria Garduño Solorzano, Dra. María del Rosario Sánchez Rodríguez, Dra. Gloria Vilaclara Fatjo y a la Biól. Maria de los Angeles García Gómez; quienes con sus conocimientos y sugerencias mejoraron y enriquecieron este trabajo.

Agradezco también a los proyectos Dinámica Ecológica a Largo Plazo del Lago Alchichica, Puebla. 2010 – 13. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT-103332) y Estudios Ecológicos a Largo Plazo en Lagos Mexicanos: Lago Alchichica, Puebla. 2009 – 11. Dirección General de Asuntos del personal Académico (DGAPA-IN221009), cuyos recursos permitieron la realización del trabajo de campo de esta investigación, que estuvieron a cargo del Dr. Javier Alcocer D., jefe del Proyecto de Investigación en Lagos Tropicales (PILT), de la Unidad de Investigación Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud y la Educación (UIICSE), FES Iztacala, UNAM.

Al Biól. Rafael Quintanar Zúñiga, del Laboratorio de Microscopía Electrónica (UBIPRO), por su apoyo brindado en las observaciones de diatomeas que fueron de gran utilidad para su identificación taxonómica.

A mis amigos Catriona, Africa, Elda, Edith, por su apoyo y muy en especial a Sergio por su paciencia al ayudarme con el francés y a Oscar por su ayuda en la realización de las láminas presentadas en este documento.

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM por darme la oportunidad de estudiar la carrera de biología y formarme como una profesional responsable.

ÍNDICE

	Página.
I. RESUMEN	5
II. INTRODUCCIÓN	6
III. ANTECEDENTES	11
IV. OBJETIVOS	12
V. ÁREA DE ESTUDIO	12
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	15
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
VIII. CONCLUSIONES	66
IX. GLOSARIO	67
X. REFERENCIAS	71
XI. LÁMINAS	78
XII. GLOSARIO DE ESPECIES	116

RESUMEN

Este trabajo presenta la caracterización taxonómica de la flora diatomológica de la zona litoral del lago cráter Alchichica, a partir de tres muestreos (octubre del 2006 – septiembre del 2007), se registró, la temperatura del agua, pH, conductividad (K_{25}) y oxígeno disuelto, de ocho estaciones de muestreo; se colectaron crecimientos algales sobre rocas, en natas mucilaginosas y en vegetación acuática. Los taxa se observaron a microscopía de luz y microscopía electrónica de barrido para su determinación; las micrografías obtenidas se organizaron en láminas.

Se determinaron 41 especies y 8 morfotipos, distribuidos en 25 géneros, siendo *Amphora veneta*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Gomphoneis olivaceum*, *Mastogloia elliptica*, *Hipodonta* sp., *Navicymbula pusilla* y *Rhopalodia gibberula* las que se presentaron como especies constantes. Las diatomeas registradas en la zona litoral de Alchichica, son especies distribuidas ampliamente en los sustratos bentónicos estudiados, 10% de las especies son preferentemente planctónicas; por lo que en este estudio son consideradas como ticoplanctónicas. Con los datos obtenidos se puede considerar al lago como, cálido, bien oxigenado y con un pH básico. Además se incluye un glosario de los términos utilizados en este estudio.

Palabras clave: Diatomeas, frústulos, formas de vida, limneticas, oligotrófico, y tufas.

INTRODUCCIÓN

México es un país con una topografía muy accidentada y una amplia variedad de climas, originando una distribución irregular de aguas corrientes (lóticas) y estancadas (lénticas), en estas últimas, se agrupan alrededor de 70 lagos (Ferusquía-Villafranca, 1993) los cuales se pueden clasificar en:

1.- Los localizados en las cuencas áridas del norte de México, donde los de tipo endorreico son abundantes, pero por su evolución y condiciones climáticas se encuentran en un avanzado proceso de extinción.

2.- Las pequeñas cuencas lacustres formadas por vulcanismo reciente, como los lagos que se localizan en la Faja Volcanica Transmexicana (FVTM), siendo una de las zonas más importantes por la biodiversidad que alberga, además de estar fuertemente amenazada por actividades humanas. Esta provincia morfotectónica atraviesa al país de costa a costa por su parte central, desde el Golfo de México al este y el Océano Pacífico al oeste, es una franja de unos 900 km con amplitudes variables de 50 a 250 km, cubriendo parte de los estados de Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Distrito federal, Jalisco, Michoacán, Colima y Nayarit (Ferusquía-Villafranca, 1993).

La FVTM es la zona de contacto y transición de las dos regiones biogeográficas del continente americano: Neártica y Neotropical. Su compleja topografía, variabilidad de altitudes, climas, localización geográfica y su historia geológica provee un mosaico de hábitats y microhábitats que lo hacen uno de los principales centros de endemismo y riqueza de especies de organismos como los mamíferos, encinos y otro tipo de plantas (Fa & Morales, 1993; Nixon, 1993; Rzedowski, 1993).

Algunos de los lagos asociados a la FVTM corresponden a los formados por conos de explosión de origen volcánico, conocidos con el nombre de axalapascos, como los que se encuentran en la zona de la cuenca oriental, que comprenden parte de los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz, cuya formación posiblemente se remonta al Pleistoceno; pertenecen a los de tipo maars que se caracterizan por tener un área superficial entre 1.68 hasta 92 hectáreas con una profundidad entre 21 y 108 m (Arredondo-Figueroa, 2000).

Entre ellos, se encuentran los lagos hiposalinos ($3 - 20 \text{ g l}^{-1}$), localizados en las regiones áridas o semi-áridas, como lo es, el lago Alchichica, que se encuentra alojado en el cráter de un volcán con una forma subcircular y una longitud máxima de 1700 m con orientación sureste-noroeste. Las paredes de la cubeta lacustre tienen una acentuada pendiente, por lo que la profundidad se incrementa bruscamente conforme se aleja de la orilla. Esta marcada inclinación finaliza en una

plataforma a los 60 m, la parte más profunda alcanza aproximadamente los 64 m. En la zona litoral, a lo largo de toda la orilla, se presentan bajos o salientes de roca volcánica (Arredondo-Figueroa, 2000). Sus características limnológicas lo hacen uno de los principales ambientes acuáticos con endemismos y riqueza de especies propias (Oliva *et al.*, 2001).

Un importante grupo de organismos que se desarrolla en estos ambientes, son las diatomeas: algas unicelulares o filamentosas, que poseen una pared celular o frústulo compuesto por dióxido de sílice (SiO_2), con perforaciones (estrías, poros, espinas, etc.), que son la base de la taxonomía del grupo. El frústulo se compone de dos valvas que embonan entre sí, la epivalva y la hipovalva, con una serie de bandas de unión llamadas cinturón o cingulo (Fig. 1).

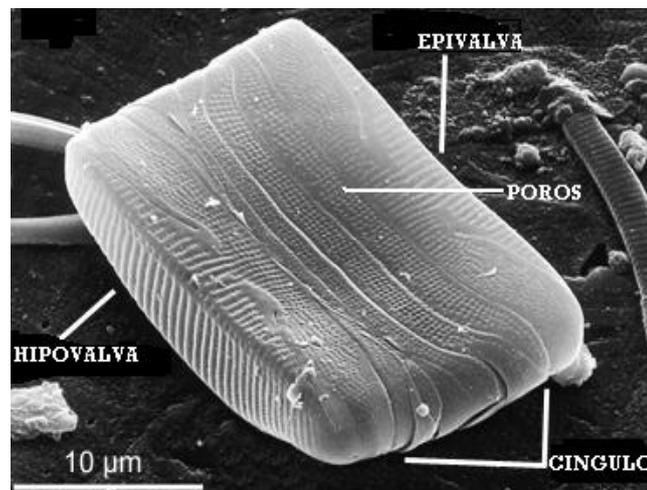


Figura 1. Vista conectiva de una diatomea pennada.

Su tamaño varía considerablemente entre las distintas especies, estando siempre dentro del orden de los micrómetros. Sin embargo existen diatomeas planctónicas marinas del género *Thalassiothrix* (pennadas) que pueden alcanzar hasta 4 mm de longitud o del género *Ethmodiscus* (céntrica) hasta 3 mm de diámetro. Pueden encontrarse como células solitarias o formando colonias de gran tamaño, unidas por estructuras externas de las valvas o por mucílago (Round *et al.*, 1990). Sus pigmentos fotosintéticos son la clorofila *a*, clorofila *c*, pigmentos carotenoides (α -caroteno, β -caroteno y ε -caroteno) y xantofilas del tipo de las fucoxantinas (Bold & Wynne, 1978; Oliva *et al.*, 2009).

Se dividen en dos grandes grupos, Céntricas y Pennadas (Stoermer & Julius, 2003). Las diatomeas Céntricas son de simetría radial, su reproducción sexual es por oogamia con la formación de auxosporas, generalmente presentan muchos plastos, no presentan rafe, el sistema de perforación se organiza radialmente, con cámaras que pueden tener una pared exterior e interior con perforaciones de diferentes tipos (Hoek *et al.*, 1995; Stoermer & Julius, 2003).

Actualmente la clasificación de las diatomeas Pennadas considera la presencia o ausencia del rafe, ubicándolas en dos clases: Fragillariophyceae, que incluye a las diatomeas sin rafe o arrafideas, y la clase Bacillariophyceae que incluye a las diatomeas con rafe o monorafideas (Kingston, 2003). Tienen simetría bilateral, la reproducción sexual puede ser por isogamia o anisogamia fisiológica con gametos ameboides (Round *et al.*, 1990). Las valvas están compuestas por un sistema de barras o costillas; que surgen bilateralmente de una barra elongada, “esternón”, estas costillas se unen transversalmente para formar una red silíceo primaria en las que quedan delimitadas las futuras perforaciones que permitirán el intercambio entre la célula y su entorno. Estas perforaciones son llamadas en general areolas, y tienen una disposición más o menos regular en las valvas. En su cara externa o interna pueden estar parcialmente ocluidas por un velo, que es una capa silíceo delgada y perforada. Los velos se denominan “cribra” cuando tienen poros simples, “rotae” cuando son discos sólidos unidos por radios a la red silíceo y “volae” cuando semejan aletas que crecieron de los lados de los poros o desde barras que cruzan las areolas. Las estrías son estructuras lineales de la pared celular formadas por areolas alineadas. El estigma es una perforación que se observa en la región del nódulo central en algunas diatomeas Pennadas. El estauro es el nódulo central expandido lateralmente hasta los márgenes de la valva (Fig. 2) (Siqueiros-Beltrones, 2002).

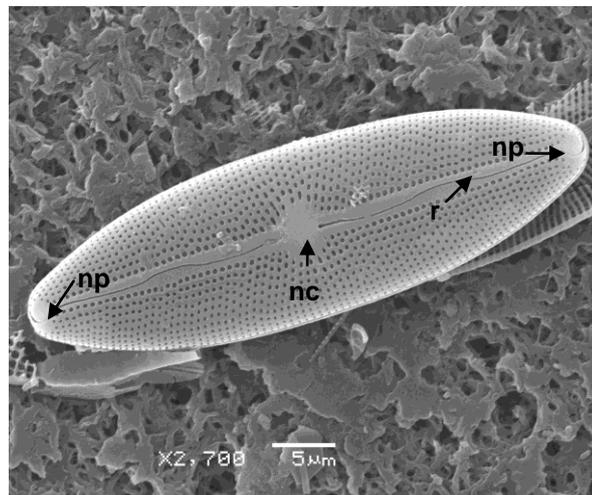


Fig. 2 Vista valvar de *Mastogloia elliptica*, observándose el rafe (r), nódulo central (nc) y nódulos polares (np).

En muchas de las diatomeas Pennadas hay un par de fisuras longitudinales que atraviesan la valva, denominada rafe. Dadas las peculiaridades de su formación, se puede ver en el centro de la valva un engrosamiento que interrumpe el rafe, el nódulo central, y un par de engrosamientos en los extremos, los nódulos polares (Fig.3)

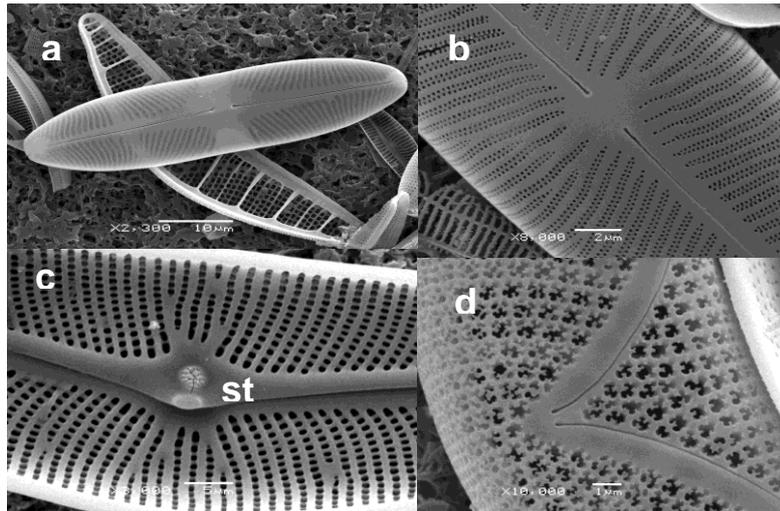


Fig. 3 Diferentes tipos de perforaciones en diatomeas Pennadas (MEB). a) *Pinnularia brebissonii*, se nota el rafe interrumpido por el nódulo central formando un estauron; b) *Gomphoneis olivaceum*, con estrías formadas por dos hileras de areolas; c) *Cymbella mexicana* con un estigma (st); d) *Epithemia argus* con volae.

El rafe puede presentarse axialmente y en ambas valvas extendiéndose hasta el centro, puede ser recto, ondulado o sigmoide. El canal rafidiano es un conducto silíceo tubular que sostiene al rafe (Ross *et al.*, 1979). En los canales rafidianos hay pequeñas estructuras silíceas, las fibulas, que forman puentes que unen internamente los lados del canal rafidiano. Su función siempre ha sido relacionada con la locomoción, aún su mecanismo no se conoce del todo (Round *et al.*, 1990). Las diatomeas que no tienen rafe, presentan una zona silícea no perforada entre las estrías o costillas, que se llama rafe-esternón o "sternum". (Round *et al.*, 1990).

Actualmente en el grupo de las diatomeas se estima que hay entre 20,000 y 500,000 *taxa*, diferentes de diatomeas, lo que hace muy difícil su taxonomía. Por otro lado, los avances tecnológicos han incorporado nuevos criterios taxonómicos, que incluyen caracteres morfológicos tradicionales con microscopía óptica, electrónica de barrido y de transmisión, así como los genéticos y ecológicos (Díaz & Maidana, 2005).

En los ambientes acuáticos lénticos se diferencian dos zonas, la limnética y la litoral; esta última, corresponde al área de costa que está habitada principalmente por vegetación, distinguiéndose dos regiones: la eulitoral, que comprende el área entre el nivel más alto y el más bajo del agua en el lago, y la infralitoral; en ella se encuentran plantas acuáticas emergentes enraizadas y plantas sumergidas (Wetzel, 1981). Desde el punto de vista biológico, la presencia de macrófitos en la zona litoral de los lagos contribuye de manera importante a la productividad del cuerpo de agua (Margalef, 1983), funciona como una trampa para compuestos orgánicos disueltos y nutrientes inorgánicos, además, la vegetación enraizada crea las condiciones adecuadas para la existencia de diversos organismos, entre ellos la comunidad de las diatomeas, la cual puede estar afectada por

factores como la temperatura, la transparencia, el oxígeno disuelto, la conductividad, disponibilidad de nutrientes, además de los factores biológicos como los de competencia y depredación entre otros (Wetzel, 1981).

Las diatomeas son conocidas como colonizadoras exitosas, ya que presentan especies adaptadas a muy distintos tipos de ambientes. Pueden estar suspendidas en la columna de agua, formando parte del fitoplancton; se encuentran con frecuencia asociadas a la vegetación de macrófitas acuáticas, o a las algas filamentosas, que les proporcionan sustrato para la fijación de numerosas especies sésiles productoras de mucílago, también se encuentran adheridas a las rocas, encima del limo del fondo de los cuerpos de agua, en el suelo, sobre la corteza de diversos árboles y en casi todos los lugares húmedos, mostrando una gran diversidad específica (Round *et al.*, 1990; Cox, 1997). Se encuentran tanto en hielos antárticos como en surgencias de aguas termales, habitan aguas con salinidades y pH extremos, tienen la capacidad de resistir largos periodos de estrés, debido a que algunas especies pueden formar estados de resistencia (Díaz & Maidana, 2005).

Las diatomeas son reconocidas por responder rápidamente a las perturbaciones ambientales, suelen reflejarse en cambios a nivel de estructura y dinámica de la comunidad (Siqueiros, 1990), con esto, Díaz & Smol (1994), mencionan que las tasas de crecimiento de las distintas poblaciones también se ven afectadas por los cambios del ambiente, por lo que son un importante instrumento para ser utilizadas en el monitoreo ambiental (Díaz & Maidana, 2005).

Los ambientes salinos contienen una gran variedad de especies exclusivas de estos sistemas, debido a las condiciones climáticas y composición química del agua, que los hacen ser ecosistemas muy particulares.

En México existe un importante número de lagos salinos, sin embargo hay pocos estudios relacionados con su limnología. Alchichica es un lago cráter localizado en el estado de Puebla, contiene aguas hiposalinas, es el lago natural más profundo de México (Alcocer & Escobar, 1992), considerado como oligotrófico-mesotrófico (Garzón, 1990), condiciones particulares que lo hacen de gran importancia como un sitio para realizar estudios ecológicos y taxonómicos de las comunidades que lo habitan.

ANTECEDENTES

Los estudios realizados sobre el lago cráter Alchichica se relacionan con aspectos de sus características morfométricas, morfológicas y batimétricas (Ordóñez, 1906; Arredondo, *et al.*, 1983). Reyes (1979), estudió la Geología de la Cuenca Oriental en los Estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala. Gasca (1981) investigó la génesis de los lagos cráter de la Cuenca de Oriental Puebla, Tlaxcala y Veracruz, Meneses (2002) realizó un estudio acerca de la permeabilidad de los materiales que constituyen la cuenca que rodea al lago cráter Alchichica.

En relación al patrón de circulación y estratificación del lago, podemos mencionar los trabajos de Arredondo *et al.*, (1984) y el de Alcocer *et al.*, (2000), quienes realizaron un estudio sobre la estratificación de la columna de agua y sus implicaciones limnológicas. Lugo (2000) trabajó sobre la variación espacial y temporal de la estructura de la comunidad planctónica del lago Alchichica, Puebla, con algunos aspectos de interacciones tróficas. De Buen (1945) señaló la presencia de especies nuevas y endémicas principalmente en peces como *Poblana alchichica alchichica*. Brandon *et al.*, (1981) describieron *Ambistoma taylorii*, un anfibio ambistómido endémico del lago.

Algunas de las investigaciones sobre la flora y fauna del lago cráter Alchichica, corresponden a los macroinvertebrados bentónicos, rotíferos, ciliados planctónicos y protozoos litorales, además del fitoplancton y vegetación. Ramírez-García & Novelo (1984), estudiaron la vegetación acuática vascular de seis lagos cráter. Garzón (1990), hizo una caracterización saprotrofica de los lagos cráter del estado de Puebla; Montoya & Peralta (1995), realizaron un estudio sobre la ecología de los oligoquetos de los lagos maars; Tavera & Komarek (1996), trabajan con los cianoprocariontes del lago cráter Alchichica, Puebla. Oliva (2001) estudió la variación vertical y temporal de las comunidades fitoplanctónicas durante el florecimiento de cianofíceas. Oliva *et al.*, (2001), determinaron la dinámica y la composición taxonómica del fitoplancton y propusieron un modelo general sucesional de las especies del lago. Adame (2004) describe las fracciones de la talla del fitoplancton en este mismo lago. Oliva *et al.*, (2009), hacen un estudio relacionado con el florecimiento de *Nodularia*, cianobacteria planctónica que se desarrolla en este ambiente.

Con respecto al estudio de las diatomeas, en México se han realizado distintas investigaciones relacionadas con aspectos de taxonomía e información ambiental, como los de Lozano-García *et al.* (1993), Valadez *et al.*, (1996), Cantoral-Uriza *et al.*, (1997), Ibarra-Vázquez & Novelo (1997), Vilaclara *et al.*, (1997), García-Rodríguez & Tavera (1998), Rico *et al.*, (1998) y Ramírez Vázquez, *et al.*, (2001). Existe muy poca información de las diatomeas de los humedales mexicanos como el trabajo de Ibarra-Vázquez & Novelo (1997) quienes estudiaron la zona de la Reserva Ecológica “El Edén” Quintana Roo, en la que registraron 21 géneros y 60 especies.

Ramírez (2003) hace un Catálogo de Bacillariophyta de ambientes epicontinentales de la Faja Volcánica Transmexicana con un atlas genérico y estudio diatomológico en el municipio de Jilotepec, Estado de México. Valadez *et al.*, (2005) hacen un estudio sobre la presencia de *Stephanodiscus niagarae* en la región central de México en los sedimentos del pleistoceno. Oliva *et al.*, (2005) realizaron la caracterización diatomológica de tres cuerpos de agua de los humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca, Estado de México.

En particular los estudios sobre diatomeas en el lago cráter Alchichica son muy escasos como los de Caballero *et al.*, (2003) quienes hicieron una investigación en la que analizaron las tendencias climáticas a corto y mediano plazo en los sedimentos del lago.

Oliva *et al.*, (2006) describieron a *Cyclotella alchichicana* como una nueva especie para la ciencia y a *C. choctawhatcheeana*, como un nuevo registro para México (Oliva *et al.*, 2008).

Debido a que las diatomeas tienen una amplia distribución y capacidad para registrar rápidamente cambios influenciados por las características físicas y químicas del agua, han sido ampliamente utilizadas como indicadores de las condiciones del medio acuático, el grado de tolerancia en algunas especies permite inferir o asociar también niveles de contaminación. Además se usan como registro fósil, para realizar diversas interpretaciones en estudios paleolimnológicos, en la industria se usan en los procesos de filtración, así como aislante frente a las temperaturas elevadas. Por lo anterior, y a pesar del elevado número de especies de diatomeas que es posible encontrar en la zona litoral de los lagos, aún son escasas las investigaciones relacionadas con este importante grupo algal, por lo que en este trabajo se presenta la caracterización taxonómica de las diatomeas de la zona litoral del lago cráter Alchichica, hiposalino y básico, utilizando principalmente el Microscopio Electrónico de Barrido.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinación taxonómica de las diatomeas de la zona litoral del lago cráter Alchichica, Puebla, durante el periodo de octubre del 2006 – septiembre del 2007

OBJETIVOS PARTICULARES:

- ❖ Identificación y descripción taxonómica de las diatomeas de la zona litoral del lago utilizando Microscopio Electronico de Barrido
- ❖ Caracterización de algunas variables físicas y químicas (temperatura del agua, pH, conductividad (K_{25}) y oxígeno disuelto).
- ❖ Comparar la composición taxonómica en las diferentes estaciones de muestreo.

ÁREA DE ESTUDIO

El lago cráter Alchichica, se encuentra en la cuenca endorreica de Oriental (4982km²), en el extremo SE del Altiplano Mexicano, en las coordenadas 19° 24' N, 97° 24' W, a 2300 m s.n.m., entre los estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala, en la provincia fisiográfica de la Faja Volcánica Transmexicana, donde se cruzan la Sierra Madre del Sur y la Sierra de Puebla (Arredondo *et al.*, 1984).

El lago es de origen volcánico, de forma circular (diámetro de 1.7 Km) con un área de 1.81 km² y una profundidad de aproximadamente 64 metros (Fig. 4). Sus aguas provienen principalmente del manto freático y en menor proporción de la lluvia. Desde el punto de vista geológico, la cuenca del lago es un cono cinerítico, con diferentes alturas en la corona debido a la erosión diferencial. La composición litológica no es simétrica, en la parte occidental las capas de pómez y tezontle están interestratificadas con derrames basálticos (Reyes, 1979).

En el área, las rocas mesozoicas se encuentran también en los bordes de las montañas, con zonas de transición al pie de monte con acumulación de material volcánico (Tefra y lava). La formación de colinas ocurrió en el período Cuaternario (Reyes, 1979).

Está situado en la parte media de Valle del Seco y está influenciado por la mezcla de dos composiciones geológicas principales. En la parte occidental del valle, existen depósitos aluviales y lacustres, con terrazas marinas del Pleistoceno y Holoceno, con gravas, arenas y arcillas de permeabilidad media alta; la parte este del valle es de origen volcánico del Cenozoico superior y existen rocas volcánicas (lavas, breccias y tufas) primariamente basálticas y andesíticas con permeabilidad de media a alta (Atlas Nacional de México, 1990).

Presenta contenidos altos de cloruro (Cl^{-1}), bicarbonatos (HCO_3^{-}), sodio (Na^{+}) y magnesio (Mg^{++}), con una salinidad total ($8.3 - 9 \text{ g L}^{-1}$), conductividad (k_{25}) de $13000 \mu\text{S cm}^{-1}$, considerándolo como un lago hiposalino, con un pH básico (9 ± 0.1) (Vilaclara *et al.* 1993). Debido a las entradas subterráneas de agua dulce que existen en la zona litoral, su salinidad es más variable, pero en general es menor a la zona limnetica (Lugo, 2000).

El clima es templado seco debido a la elevada altitud. La temperatura media es de $19 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Presenta dos épocas climáticas bien definidas, el verano, caracterizado por lluvias y temperaturas más altas ($14.5\text{-}15.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$) y el invierno, tiempo de secas y temperaturas bajas ($9.2\text{-}13 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Durante casi todo el año la evaporación es alta y la precipitación media anual es menor a 400 mm (Alcocer *et al.*, 2000) se observa un marcado déficit de agua debido a la evaporación, sobre todo en el mes de marzo. La precipitación es estacional y ocurre durante la época cálida, alcanzando el nivel máximo en el mes de junio, en donde también se presenta la temperatura mensual promedio más elevada del año. Por el contrario, la menor precipitación, y las temperaturas más bajas se presentan durante el lapso de diciembre a marzo (Arrendondo *et al.*, 1984).

La Vegetación del lago se caracteriza por la presencia en el litoral, de dos especies de macrófitas enraizadas sumergidas *Ruppia maritima* y *Cyperus laevigatus* (Ramírez-García *et al.*, 1989).

Alchichica es un lago oligo-mesotrófico, monomítico cálido, con un periodo de mezcla a fines de diciembre hasta principios de marzo (durante la estación fría y seca). La estratificación se extiende al resto del año (Garzón 1990; Alcocer *et al.*, 2000).

La composición química del agua, es muy particular, ya que en la zona litoral hay depósitos de carbonato de calcio, los cuales son comúnmente conocidos con el nombre de "tufa"; este tipo de depósitos se producen cuando se introduce agua freática subterránea rica en calcio, en un medio alcalino (Margalef, 1983). Se observan estructuras características, reconociendo tres formas:

esponjosa, columnar y aplanada incrustada, de diferente color, textura, composición química y morfología superficial (Tavera & Komárek, 1996).



Fig. 4. Ubicación del lago cráter Alchichica, fotografía satelital y digital.

MATERIAL Y MÉTODOS

TRABAJO DE CAMPO

Se realizaron 3 muestreos en la zona litoral del lago cráter Alchichica (octubre del 2006; marzo y septiembre del 2007), en la que se eligieron ocho estaciones de muestreo (Figs. 5 - 15), considerando el tipo de vegetación acuática y las formaciones rocosas de carbonato de calcio, “tufas”: columnares, laminares incrustadas y esponjosas (Tavera & Komárek, 1996). En cada estación, las muestras se tomaron en forma directa con ayuda de una espátula o navaja de campo, por raspado de rocas sumergidas (epilíticas); se colectó vegetación acuática, crecimientos algales bentónicos visibles: sobre macrófitas (epifiton) y masas sobrepuestas al sustrato (plocon). (Goldsborough & Robinson, 1996; Novelo & Tavera, 1999)

Las muestras se conservaron en frascos de plástico transparentes de 100 ml con tapa hermética y se fijaron con formol al 4% para su posterior observación.

Se midieron *in situ* algunas variables físico-químicas: oxígeno disuelto, conductividad específica (k_{25}) y la temperatura del agua, utilizando un equipo multisensor YSI 85 y la temperatura ambiental. El pH se midió con un potenciómetro Conductronic pH 10.

Además se tomaron muestras de la vegetación acuática, la cual se herborizó para después hacer su identificación, comparando los organismos colectados con los registros resguardados en el herbario de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

ESTACIONES DE MUESTREO



Fig 5. Fotografía satelital del lago Alchichica tomada del navegador google earth, donde se muestran gráficamente las ocho estaciones de muestreo a lo largo del litoral.



Fig. 6. Estación uno, observándose las tufas de tipo esponjoso y vegetación acuática *Ruppia maritima*



Fig. 7. Estación dos, al fondo tufas de tipo esponjoso.



Fig. 8 Estación dos, vegetación acuática y plocon.



Fig. 9 Estación tres, tufas de tipo esponjoso y rocas sumergidas.



Fig. 10 Estación cuatro, tufas de tipo esponjoso.



Fig. 11 Estación cinco, tufas columnares de color rosa.



Fig. 12 Estación cinco, vegetación acuática y rocas sumergidas.



Fig. 13 Estación seis, tufas de tipo incrustadas y *Ruppia maritima*



Fig. 14 Estación siete, *Ruppia maritima* y tufas de tipo esponjoso.



Fig15. Estación ocho, *Ruppia maritima*, rocas sumergidas y tufas de tipo esponjoso.

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo, tipo de tufas y tipo de muestra colectada durante el periodo de estudio.

ESTACIÓN	TIPO DE TUFAS	TIPO DE MUESTRA
UNO Coordenadas 19° 24' 44.4" N 97° 23' 40.9" W 2339 msnm	Esponjoso	En los tres muestreos se tomó vegetación acuática <i>Ruppia maritima</i> y en el tercer muestreo se colectó muestra de plocon.
DOS Coordenadas 19° 24' 55" N 97° 23' 43" W 2335 msnm	Esponjoso	En el primer y tercer muestreo se colectó vegetación acuática <i>Chara canescens</i>
TRES Coordenadas 19° 25' 12" N 97° 24' 20" W 2341 msnm.	Esponjoso	Raspado de rocas en los tres muestreos
CUATRO Coordenadas 19° 25' 6" 97° 24' 38" 2337 msnm.	Esponjoso	En el primer y tercer muestreo se colectó plocon; en el segundo raspado de rocas.
CINCO Coordenadas 19° 24' 38" N 97° 24' 35" W 2331msnm	Columnares	Raspado de rocas en los tres muestreos y además en el segundo se colectó muestra de <i>Ruppia maritima</i>
SEIS Coordenadas 19° 24' 22" N 97° 23' 57" W 2336 msnm.	Incrustadas	Raspado de rocas en el primer y tercer muestreo. <i>Ruppia maritima</i> se colectó en el segundo muestreo y plocon en el segundo y primer muestreo.
SIETE Coordenadas 19° 24' 22" N 97° 23' 57" W 2336 msnm.	Esponjoso	Muestras de <i>Ruppia maritima</i> en el primer y tercer muestreo, raspado de rocas en el primer muestreo y plocon en el segundo y tercer muestreo.
OCHO Coordenadas 19° 24' 33" N 97° 23' 43" W 2336 msnm.	Esponjoso	Raspado de rocas en el primer y segundo muestreo; en el tercero también se colectó <i>Ruppia maritima</i> .

TRABAJO DE LABORATORIO

Para el estudio microscópico de las diatomeas se realizó la técnica de limpieza de frústulos (Hasle & Fritxell, 1970). Con las muestras libres de materia orgánica se elaboraron preparaciones permanentes, utilizando como medios de montaje Naphrax, con índice de refracción de 1.7 ± 0.02 (Hasle & Fryxell, 1970) y Entellan New con índice de refracción de 1.49 – 1.50; se observaron en un microscopio de luz (LM) Lobophof-2 marca NIKON con contraste de fases y cámara fotográfica integrada. Una parte del material limpio fue montado en portamuestras especiales y recubierto con oro, se observaron con un microscopio electrónico de barrido JOEL JSM-6380LV Scanning Electron Microscope ubicado en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO), FES-Iztacala, UNAM.

El sistema de clasificación utilizado en este trabajo fue el propuesto por Round *et al.*, (1990). Para la determinación taxonómica se usaron las obras de Patrick & Reimer (1966), Germain (1981), Gasse (1986), Vinocur *et al.*, (1994), Lange-Bertalot & Metzeltin, (1996), Cox (1997), Novelo (1998), Håkansson (2002), entre otras; en la descripción de cada una de las especies se indica la bibliografía utilizada para su identificación. La terminología usada para la determinación de las especies fue la de Ross *et al.*, (1979), Round *et al.*, (1990) y Navarro (2009). La validez de las especies se verificó con las páginas electrónicas Integrated Taxonomic Information System (2002) y con el *Index Nominum Algarum* (2000). La caracterización ambiental de las diatomeas determinadas, se hizo por su comparación con los criterios propuestos por Hecky & Kilham (1973), Lowe (1974), Patrick (1977), Gasse (1986), Novelo (1998), Kenneth (1990), Vinocur *et al.*, (1994) y Novelo *et al.*, (2007).

La presencia y distribución de las especies de diatomeas encontradas en la zona litoral, se determinó utilizando un criterio semi-cuantitativo (Braun-Blanquet, 1979) con los siguientes intervalos.

Constantes más del 75% de presencia	Frecuentes del 50 al 74% de presencia
Escasas del 26 – 50% de presencia	Raras del 12 – 25% de presencia

Para el análisis de las variables físico-químicas, los datos obtenidos se organizaron en tablas y gráficas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y discusión están organizados en tres partes. En la primera, se presenta la riqueza específica y descripción taxonómica de cada una de las especies identificadas en la zona litoral del lago Alchichica. En la segunda, se hace un análisis y discusión de las variables físicas y químicas. La tercera, compara la distribución espacio temporal de las especies.

1. Riqueza específica:

Se determinaron 41 especies y 8 morfotipos, de diatomeas distribuidas en 25 géneros. Las tablas 2 - 6, muestran sus formas de vida (Carmona *et al.*, 2004; Oliva *et al.*, 2005): epifítica (**ef**), epilítica (**el**), plocon (**p**) y el porcentaje de aparición (%); en las estaciones de muestreo durante el periodo estudiado (octubre 2006, marzo y septiembre 2007).

LISTA SISTEMÁTICA:

Se presenta la descripción taxonómica, señalando las referencias bibliográficas utilizadas para su determinación, su ecología, formas de vida y observaciones.

Basada en el sistema de clasificación de Round *et al.*, 1990

BACILLARIOPHYTA

Clase COSCINODISCOPHYCEAE (diatomeas céntricas)

Orden THALASSIOSIRALES

Familia Sthephanodiscaceae

Cyclotella Kützing *ex* Brebisson

Cyclotella alchichicana Oliva, Lugo, Alcocer et Cantoral

Cyclotella choctawhatcheeana Prasad

Cyclotella menenghiniana Kützing

Stephanodiscus Ehrenberg

Stephanodiscus niagarae Ehrenberg

Clase FRAGILARIOPHYCEAE (diatomeas pennadas arafídeas)

Orden FRAGILARIALES

Familia Fragilariaceae

Fragilaria Lyngbye

Nanofrustulum shiloi (Lee, Reimer & McEmery) Round, Hallsteinse y Paasche comb. nov.

Pseudostaurosira brevistriata (Grunow) Williams *et* Round

Clase BACILLARIOPHYCEAE (diatomeas pennadas rafideas)

Orden MASTOGLOIALES

Familia Mastogloiaceae

Mastogloia Thwaites ex Smith

Mastogloia elliptica (C. Agardh) Grunow

Mastogloia smithii Thwaites ex W. Smith

Orden CYMBELLALES

Familia Anomoeoneidaceae

Anomoeoneis Pfitzer

Anomoeoneis costata (Kützing) Hustedt

Anomoeoneis sphaerophora (Ehrenberg) Pfitzer

Familia Cymbellaceae

Cymbella Agardh

Cymbella cistula (Ehrenberg) O. Kirchner

Cymbella mexicana (Ehrenbaerg) Cleve

Navicymbula pusilla (Grunow) Krammer, K. nov. com.

Familia Gomphonemataceae

Gomphonema Ehrenberg

Gomphonema clavatum (Kützing) Kützing

Gomphonema sp1.

Gomphonema sp2.

Gomphoneis Cleve

Gomphoneis olivaceum (Horneman) Brébisson

Gomphoneis sp.

Orden ACHNANTHALES

Familia Achnanthaceae

Achnanthes Bory

Achnanthes exigua Grunow

Achnanthes sp

Familia Cocconeidaceae

Cocconeis Ehrenberg

Cocconeis placentula var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow

Cocconeis placentula var. *lineata* (Ehrenberg) Cleve

Orden NAVICULALES

Familia Pinnulariaceae

Pinnularia Eherenberg

Pinnularia brebissonii (Kützing) Rabenhorst

Pinnularia sp.

Familia Diploneidaceae

Diploneis Ehrenberg ex Cleve

Diploneis pseudovalis Hustedt

Familia Naviculaceae

Navicula Bory

Navicula cryptocephala Kützing

Navicula radiosa Kützing

Caloneis westii (W. Smith) Hendey

Hippodonta Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski

Hippodonta sp.

Familia Pleurosigmataceae

Gyrosigma Hassall

Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst

Familia Stauroneidaceae

Stauroneis Ehrenberg

Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg

Craticula Grunow

Craticula cuspidata (Nitzsch) Ehrenberg

Orden THALASSIOPHYSALES

Familia Catenulaceae

Amphora Ehrenberg ex Kützing

Amphora libyca Ehrenberg

Amphora pediculus (Kützing) Grunow

Amphora veneta Kützing

Orden BACILLARIALES

Familia Bacillariaceae

Denticula Kützing

Denticula sp.

Nitzschia Hassall

Nitzschia communis Rabenhorst

Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow

Nitzschia gracilis Hantzsch

Nitzschia recta Hantzsch

Nitzschia vitrea Norman

Orden RHOPALODIALES

Familia Ropalodiaceae

Epithemia Kützing

Epithemia argus (Ehrenberg) Kützing

Epithemia sorex Kützing

Epithemia turgida (Ehrenberg) Kützign

Rhopalodia Müller

Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O. Müller

Orden SURIRELLALES

Familia Entomoneidaceae

Entomoneis Eherenberg

Entomoneis alata (Ehrenberg) Ehrenberg

Familia Surirellaceae

Campylodiscus Ehrenberg

Campylodiscus clypeus Ehrenberg

Surirella Turpin

Surirella ovalis (Schuman) Cleve

Surirella striatula Turpin

DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA.

Clase: COSCINODISCOPHYCEAE (diatomeas céntricas)

Orden: THALASSIOSIRALES

Familia: Sthephanodiscaceae

1. *Cyclotella alchichicana* Oliva, Lugo, Alcocer et Cantoral

Oliva *et al.*, 2006, p. 83 fig. 2 - 17.

Descripción: Células solitarias, valvas circulares tangencialmente onduladas. En MEB, en la vista valvar externa, se distinguen dos áreas, una zona marginal ocupando aproximadamente 1/3 del total del radio y una zona central. El margen externo tiene estrías radiales, separadas por pequeñas elevaciones en forma de domo (interestrías), las cuales están en la cara valvar del manto; unidas a dos espinas localizadas en cada interestría. Estrías compuestas por 2-6 perforaciones o areolas

engrosándose hacia el manto, son pequeñas y están distribuidas en la superficie del manto. El área central de la valva tiene líneas radiales arregladas en crestas que se extienden sobre el margen de la estría, cubiertas por pequeños gránulos; se observan las aberturas de las fultopórtulas centrales (procesos reforzados), las aberturas externas de las fultopórtulas marginales están en el manto a nivel de la base de las espinas y una rimopórtula (proceso labiado) en forma de ranura sin proyección externa. Internamente la rimopórtula es un tallo en forma de dos labios rectos ubicada en una de las costillas. En la vista interna las fultopórtulas marginales, están arregladas de forma variable, alternada (1-0-1), cada dos (1-0-0-1) o tres 3 costas (1-0-0-0-1) cada una con tres poros satélite. Con ML la valva presenta un anillo irregular de puntos en el área central, los cuales corresponden a las fultopórtulas centrales observadas con MEB, su número puede variar de 7- 19 fultopórtulas, cada una con tres poros satélite.

Mide de 50 - 78 μm de diámetro, tiene 8 estrías en 10 μm y 9 areolas. (Lám.1, Figs. 1 - 4)

Ambiente: Lago Alchichica, Puebla.

Forma de vida: Planctónica encontrada también como: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: En las características mencionadas por Oliva *et al.*, (2006), hay una diferencia en el tamaño de las valvas y en el número de areolas, ellos mencionan de 2 – 6, mientras que los organismos de la zona litoral tienen 9. Especie planctónica que se desarrolla bien en la columna de agua durante todo el año. Su presencia en la zona litoral debe a la dinámica del lago por sus periodos de circulación y estratificación.

2. *Cyclotella choctawhatcheeana* Prasad

Prasad *et al.*, 1990, p. 418 - 436; Maidana, 1994, p.106, 107 figs. 4, 17 - 19; Carvalho *et al.*, 1995, p. 232, figs. 1 - 7, p. 234, figs. 8 - 16; Maidana & Romero, 1995, p.175, figs. 6, 15 - 20; Melo *et al.*, 2006, p. 296, figs. 2 - 7; Prasad & Nienow, 2006, p. 136, figs. 47- 55; Oliva *et al.*, 2008, p. 2, figs. 2 y 3.

Descripción: Valvas circulares. En MEB, se observan en la parte externa de la valva estrías marginales, que salen desde el centro y se extienden hacia la periferia del manto. Las estrías se inician desde centro hacia el área marginal, con dos hileras de perforaciones o areolas; convirtiéndose después en tres, las cuales unen la cara valvar con el manto. El área central muestra evidentes ondulaciones tangenciales y las aberturas de las fultopórtulas centrales. Tiene gránulos pequeños de sílice alrededor del margen distribuidos irregularmente. El área marginal de la valva carece de espinas. Externamente se observa la abertura de la rimopórtula en una de las interesestrías como una ranura, internamente, esta se observa radialmente orientada en una de las

costillas. En la vista interna de la valva se observan las fultopórtulas marginales acomodadas cada dos o tres costillas, cada una con dos poros satélite, externamente se corresponden con aberturas circulares con un ligero engrosamiento. El área central es lisa generalmente con dos fultopórtulas, cada una rodeada por tres poros satélite.

Mide de 11.7 - 16 μm de diámetro y tiene 15 estrías en 5 μm . (Lám.1, Figs. 5 y 6)

Ambiente: Se considera cosmopolita, habita en ambientes costeros, lagos salinos y salobres.

Forma de vida: Planctónica encontrada también como: Epifítica y epilítica.

Observaciones: Es ligeramente más grande que la registrada por Oliva *et al.*, (2008), las medidas son de 5 a 12 μm de diámetro; aunque esta especie es característica del fitoplancton, en Alchichica se encontró entre los 20 y 50 m de profundidad. Su presencia en la zona litoral se debe a la dinámica que se presenta en el lago como es el periodo de circulación y estratificación.

C. hakanssoniae y *C. choctawhatcheeana*, son especies que tienen las mismas características morfológicas, su única diferencia es que *C. choctawhatcheeana* forma cadenas; por razones de prioridad esta última especie publicada en 1990 es usada con *C. hakanssoniae*, publicada en 1991 como un sinónimo (Håkansson, 2002).

3. *Cyclotella meneghiniana* Kützing

Hecky & Kilham, 1973, p. 53 - 71, fig. 2; Benson & Rushforth, 1975, p. 48, Lám. 15, fig. 5; Lowe, 1975, p. 416, figs. 3 - 6; Economou-Amilli, 1980, p. 76; Gasse, 1986, p. 37, Lám. 3, fig. 9; Kling & Håkansson, 1988, p. 72 - 74 figs. 47, 89 - 91; Vinocur *et al.*, 1994, p. 153 - 175; Metzeltin & Witkowski, 1996, p. 172, Lam. 70, fig. 1; Novelo, 1998, p. 280, fig. 18.

Descripción: Valvas circulares, solitarias, superficie valvar convexa y ligeramente ondulada tangencialmente. Estrías uniseriadas, solo se encuentran en el margen de la valva ocupando $\frac{1}{4}$ del radio, hacia al centro. No tienen fultopórtulas marginales. Área central ondulada, con una o dos fultopórtulas aisladas y excéntricas, internamente tienen tres poros satélite. Entre el manto y la cara valvar, cerca de las espinas se observan las aberturas externas de las fultopórtulas marginales, internamente corresponden a tubos cortos rodeados por tres poros satélite. Una sola rimopórtula está presente con una abertura externa en forma de ranura e internamente corresponde a un labio inclinado en dirección a la costilla. Espinas marginales muy cortas.

Mide de 15 - 18 μm de diámetro y tiene 10 costillas en 10 μm (Lám. 1, Figs. 7 y 8; Lám. 2 Figs. 1 y 2).

Ambiente: Se encuentra distribuida en aguas dulces salobres; prefiere aguas alcalinas, requiere pequeñas cantidades de sal para ser abundante, se encuentra en el perifiton, eutérmica, eurihalobia, alcalifila y en lagos oligotróficos.

Forma de vida: Plánctica encontrada también como: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Coincide con las características y las medidas descritas en las referencias. Stoermer y Julius (2003) incluyen a *Cyclotella meneghiniana* en el género *Stephanocyclus* Skabitschevsky considerando las características de la pared celular, sin embargo, aún hay confusión entre la morfología y la ecología de las especies de *Cyclotella* y *Stephanocyclus*. Estos autores mencionan que las especies de *Stephanocyclus* son más abundantes en aguas interiores salinas y de elevada conductividad. Fritz (1990), indica que *C. meneghiniana* se encuentra en un amplio intervalo de ambientes, desde agua dulce hasta los muy salinos. Debido a las características ambientales del lago Alchichica podríamos ubicar a nuestro espécimen en el género *Stephanocyclus*, sin embargo sería muy importante delimitar las características de la pared celular, por lo que en este trabajo conservaremos el nombre de *Cyclotella meneghiniana*.

4. *Stephanodiscus niagarae* Ehrenberg

Håkansson & Locker, 1981, p. 117 - 149, Lám. 2, figs. 6, 7, Lám 4, figs. 13 - 18. Lám. 5, figs. 19 - 22, Lám. 10, figs. 57 - 62; Krammer & Lange-Bertalot, 1991, p. 67, figs. 68:1 - 3, 5; figs. 69:1a, b; fig. 70:1; Håkansson, 2002, p. 25, figs. 54 - 60; Oliva-Martínez *et al.*, 2005. p. 15, figs. 40 - 50; Valadez, *et al.*, 2005. p. 147 - 157.

Características: Valvas circulares, el centro de la cara valvar ligeramente cóncavo con dos o tres hileras de areolas hacia el margen, arregladas en fascículos y separadas por interfascículos, perdiendo su unión entre el manto y la valva. En la unión del manto y la valva se encuentran espinas en cada dos o tres interfascículos. Presenta 10 fultopórtulas centrales, externamente con un ligero engrosamiento; mientras que internamente están rodeadas por dos o tres poros satélite. Fultopórtulas marginales, arregladas debajo de cada espina, internamente corresponden a tubos con tres poros satélite. Entre las espinas hay de 3 – 5 rimopórtulas por valva, con una abertura tubular bien diferenciada, internamente se observa una extensión en forma de labio en dirección oblicua o paralela al margen de la valva. Las areolas de la cara valvar interna están cubiertas por un domo cribrado.

Mide de 49 - 52 μm de diámetro, tiene 28 espinas por valva y 20 areolas marginales en 10 μm . (Lám.2, Figs. 3 – 8).

Ambiente: Se considera oligotrófica, eutrófica, habita lagos, estanques y ríos

Forma de vida: Epifítica, epilítica y plocon

Observaciones: De acuerdo con Oliva-Martínez *et al.*, (2005), el intervalo registrado para esta especie fue de 31 - 46 μm de diámetro, con 10 - 18 areolas marginales en 10 μm , con 20 - 44 espinas y 2 - 6 fultopórtulas centrales; los organismos encontrados en este estudio son más

grandes, aunque las otras características coinciden. Valadez *et al.*, (2005), registran células de 28.4 - 54.6 μm de diámetro, 11 - 22 areolas en 10 μm y 20 - 44 espinas por valva, donde las muestras analizadas fueron de material fósil. Comparando con estos dos estudios, los organismos encontrados en la zona litoral del lago cráter Alchichica, Puebla, están dentro del rango de medidas que se reportan para esta especie.

Clase: FRAGILARIOPHYCEAE

Orden: FRAGILARIALES

Familia: Fragilariaceae

5. *Nanofrustulum shiloi* (Lee, Reimer y McEmery) Round, Hallsteinse y Paasche Round *et al.*, 1999, p. 343 - 356, figs. 1 – 33; Lee *et al.*, 1980, p. 41 - 48, figs. 12, 13.

Descripción: Valva circular a ligeramente oval, superficie valvar plana o ligeramente domada, manto curvado o vertical. Areolas radiales, formando estrías desde el centro del esternón. Estrías variables, redondeadas a radialmente elongadas especialmente algunas del manto. El margen con espinas periféricas. Con areolas redondas, generalmente simples, algunas con la zona basal hacia abajo cubriendo las espinas. Areolas continuas (simples raramente dobles). En el material observado el campo poroso es pequeño o no se observa.

Miden de 2 - 4 μm de diámetro. (Lám. 3, Fig. 2)

Ambiente: Se considera una especie marina, tiene tolerancia a la salinidad, esta presente en el metafiton entre otras microalgas.

Forma de vida: Epifítica y epilítica.

Observaciones: Esta expresión morfológica anteriormente se había considerado dentro del género *Fragilaria*, sin embargo Round *et al.*, (1999), al hacer un estudio más detallado con MEB la proponen como un género nuevo "*Nanofrustulum*". Las características de los ejemplares observados en Alchichica coinciden con la especie mencionada por estos autores, sus sinonimias corresponden a: *Fragilaria pinnata* Janishch & Rabenhorst 1863, *Opephora pinnata* Patit 1889, *Pseudostaurosira shiloi* Hallegraeff & Burford 1996. Ellos también la observaron en cultivo, su crecimiento óptimo se presentó con bajas salinidades (5‰), lo cual coincide con las condiciones de salinidad de Alchichica. El género esta ampliamente distribuido en regiones templadas y tropicales pero es raramente observado en muestras vivas. Es una especie muy pequeña, por lo que es casi imposible definir sus características con ML; por otro lado, en las muestras estudiadas con MEB, se observaron pocas células, por lo que es necesario continuar con observaciones más precisas para determinar su identidad.

6. *Pseudostaurosira brevistriata* Grunow in Van Heurck

Williams & Round, 1987. p. 276, Fig. 36.

Descripción: Valvas lanceoladas coloniales o solitarias, con ápices redondeados. La superficie valvar es plana, área axial ampliamente lanceolada. Estrías cortas compuestas de areolas ovales o redondeadas, paralelas en el área central de la valva. Entre las estrías y superficie valvar se encuentran las espinas en forma de espátula. Los poros apicales presentan poroides redondeados cerrados por la superficie valvar.

Mide de 9 - 11 μm de largo, 3 μm de ancho y tiene 11 estrías en 10 μm . (Lám. 3, Fig. 1)

Ambiente: Agua dulce a ligeramente salobre. Con pH alcalino, es oligosaprobia

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Clase: BACILLARIOPHYCEAE

Orden: MASTOGLOIALES

Familia: Mastogloiaceae

7. *Mastogloia elliptica* (C. Agardh) Grunow

Germain, 1981, p. 123, Lám. 45, figs. 1 - 5, Lám 67, fig. 1; Gasse, 1986, p. 72; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 434, figs. 201: 10 - 14, 202:1, 2; Vinocur *et al.*, 1994, p. 153 - 175; Metzeltin & Witkowski, 1996, p. 136, Lám. 52, figs. 17 - 19; Novelo, 1998, p. 333, fig. 225; Novelo *et al.*, 2007, p. 44, Lám. 8, fig.1.

Descripción: valvas elípticas a lanceoladas, con ápices agudos, área axial recta, área central elíptica o redondeada y pequeña. Estrías paralelas a ligeramente radiales, compuestas de solo una línea de areolas. Las estrías centrales son regularmente cortas. Partecta (cámaras) más o menos de 1/3 del ancho de la valva. El rafe es recto, con fisuras terminales curvadas hacia la misma dirección. Las cámaras son de un mismo tamaño con márgenes internos rectos.

Miden de 40 - 45 μm de largo, de 11.2 - 12 μm de ancho, tiene 18 estrías en 10 μm , 11 areolas en 5 μm y 10 cámaras en 10 μm , presentando un total de 20 en cada lado. (Lám.3, Figs. 3 - 6)

Ambiente: Es considerada cosmopolita, alcalófila, halófila y se encuentra en sustratos rocosos. Crece también en tapetes filamentosos.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Las medidas de las valvas mencionadas por Novelo *et al.*, (2007), y Novelo, (1998), son menores que las encontradas en este estudio.

8. *Mastogloia smithii* Thwaites ex W. Smith

Benson & Rushforth, 1975, p. 64, Lám. 25:3; Sarode & Kamat, 1980, p. 804, Lám. 2, figs. 25, 26; Germain, 1981, p. 124, Lám. 46, fig. 4; Gasse, 1986, p. 73; Metzeltin & Witkowski, 1996, p. 136, Lám. 52, figs. 20, 21, 23; Hartley, 1996, p. 268, Lám. 126: 5; Novelo, 1998, p. 334, fig. 226; Novelo *et al.*, 2007, p. 44, Lám. 8, fig.2.

Descripción: valvas elípticas a lanceoladas con ápices subrostrados y polos de agudos a redondeados. Área axial corta y recta; mientras que el área central es corta de elíptica a rectangular. Estrías ligeramente radiales, formadas por una sola hilera. Las estrías centrales son radiales, cortas y paralelas en el ápice. El rafe es filiforme. Las fisuras terminales del rafe son curvadas hacia una misma dirección. Las cámaras ocupan $\frac{1}{4}$ de la valva a lo ancho y tienen terminaciones marginales rectas.

Mide de 32 - 43 μm de largo y de 11 - 12 μm de ancho, tiene 18 estrías en 10 μm , 17 areolas en 10 μm . (Lám. 3, Figs. 7 y 8; Lám. 4, Figs. 1 y 2)

Ambiente: Se encuentra en sustratos rocosos con altas concentraciones de sal, cosmopolita, alcalífila y mesohalobia indiferente.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Los organismos encontrados en Alchichica son más grandes que los descritos por Novelo *et al.* (2007), pero coinciden en el número de estrías y areolas. De acuerdo con Benson, *et al.* (1975), es ligeramente más grande y por consiguiente presenta más estrías. Mientras que de acuerdo a Novelo, (1998), coincide con todas sus medidas y características.

Orden: CYMBELLALES

Familia: Anomoeoneidaceae

9. *Anomoeoneis costata* (Kützinger) Hustedt

Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 152, figs. 92: 5, 6; 93: 1 - 3; Hartley, 1996, p. 68, Lám. 26, fig.1; Novelo *et al.*, 2007, p 34, Lám. 5 fig.1.

Descripción: Valvas rómbicas, con polos redondeados. En el centro de la valva, por cada estría hay una hilera de areolas que se separan del resto. Las fisuras distales del rafe están curvadas hacia un mismo lado; área axial ancha y recta; mientras que el área central es redondeada con estrías en el margen y arregladas densamente en el resto de la valva.

Mide de 80 - 121 μm de largo, de 28 - 33 μm de ancho, tiene 16 estrías en 10 μm . (Lám. 4, Fig. 3 y 4).

Ambiente: Son cosmopolitas, alcalífilas y eurihalobias.

Formas de vida: Epifítica y epilítica.

Observaciones: El tamaño de las valvas encontradas en Alchichica, así como el número de estrías en 10 μm es mayor al registrado por Novelo *et al.*, (2007). Krammer & Lange-Bertalot, (1986), la consideran dentro de la especie *Anomoeoneis sphaerophora* var. *costata*.

10. *Anomoeoneis sphaerophora* (Ehrenberg) Pfitzer

Hecky & Kilham, 1973. p. 53-71, fig. 2; Germain, 1981, p. 162, Lám. 61, figs. 1 - 3; Gasse, 1986. p. 29, Lám. 14, figs. 18 - 19; Vinocur *et al.*, 1994. p.153 - 175; Hartley, 1996, p. 68, Lám. 26, fig. 2 - 5; Novelo, 1998, p. 320, fig. 241; Novelo *et al.*, 2007, p. 35, Lám. 5:3.

Descripción: Valvas elíptico lanceoladas, con ápices rostrados, márgenes ligeramente convexos a paralelos en la parte media. Área axial lineal, relativamente estrecha y limitada por líneas o puntos ligeramente separados de las estrías. Área central irregular, desarrollada en ambos lados y alcanza los márgenes de la valva. Estrías punteadas ligeramente radiadas a paralelas. Rafe filiforme recto, con terminaciones proximales rectas y las distales curvan hacia el mismo lado.

Mide de 90 - 121 μm de largo, de 28 - 33 μm de ancho, tiene 16 estrías en 10 μm . (Lám. 4, Figs. 5 - 7).

Ambientes: Riberas de agua dulce, eurihalina, en sedimentos fósiles de lagos, eutérmica, oligo-eurihalobia, alcalobionte, en aguas duras, en aguas salinas, su óptimo desarrollo es en pH de 8.5.

Forma de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: El tamaño de las valvas encontradas en Alchichica es mayor al registrado por Novelo, (1998) y Novelo *et al.*, (2007), sin embargo el número de estrías y las otras características taxonómicas mencionadas por estos autores coinciden.

Familia: Cymbellaceae

11. *Cymbella cistula* (Ehrenberg) O. Kirchner

Patrick & Reimer, 1975, p. 62, Lám. 11, figs. 3 - 4; Hustedt, 1985, p. 816, fig. 476a; Gasse, 1986, p. 42, Lám. 28, figs. 1 - 3; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 316, Lám. 127, figs. 8 - 11, Lám. 128 figs. 1 - 6; Novelo, 1998, p. 396, fig. 294; Krammer, 2002, p. 94, figs. 85:1 - 4, 86:1 - 7, 88:1 - 8; 89:1 - 7, 90:1 - 8, 91:1 - 6, 92:1 - 3, 93:1 - 5; Novelo *et al.*, 2007, p. 59, Lám. 12, fig. 6.

Descripción: Valva fuertemente dorsiventral con margen dorsal convexo y ventral recto. Ápices redondeados. Área axial delgada, área central pequeña redondeada. Rafe ligeramente ventral, reverso lateral, con una pequeña fisura proximal curvada hacia el margen ventral. Terminaciones distales curvadas hacia el margen dorsal. Las areolas de las estrías están paralelas en el centro de la valva y ligeramente radiales hacia las terminaciones distales. La valva interna muestra 6 estigmas alveolados.

Mide de 54 - 57 μm de largo, 13 μm de ancho, tiene 12 estrías en 10 μm y 24 areolas en 10 μm . (Lám. 5, Figs. 1 -3)

Ambiente: Vive en ríos, lagos, prefiere aguas alcalinas, bentónica, planctónica, y sobre macroalgas.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: La descripción de los organismos de *Alchichica* difiere con el número de estigmas; ya que según Krammer & Lange-Bertalot (1986), tiene de 0 - 5.

12. *Cymbella mexicana* (Ehrenberg) Cleve

Terao *et al.*, 1993, p. 75 - 80, figs. 1 - 3; Kenneth, 1990, p. 35, Lám. 10, fig. 4; Krammer, 2002, p. 144, Lám. 167, fig.1 - 5 y Novelo *et al.*, 2007, p. 60, Lam. 12, fig.7.

Descripción: Valvas dorsoventrales, margen dorsal cóncavo y el margen ventral recto. Polos de la valva redondeados. Área axial moderadamente ancha, área central pequeña y romboide. Rafe reverso lateral tiene fisuras terminales, curvadas ventralmente. Un estigma entre las fisuras proximales del rafe. Estrías radiales, con microscopio de luz, se observan como puntos en bloques rectangulares. Mientras que con el microscopio electrónico de barrido se observan en forma de X. Algunas estrías cortas están interrumpidas a la mitad de la valva.

Mide de 120 - 173 μm de largo, de 24 - 39 μm de ancho, tiene 7 estrías en 10 μm , 10 estrías en 10 μm en la parte media. (Lám. 5, Figs. 4 - 7)

Ambiente: Ha sido registrada en aguas estancadas. Se encuentra principalmente en aguas duras, alcalifila. Es una especie considerada como tropical, presente en sustratos con alto contenido de carbonatos y de oligohalobia a halófila (Cantoral, 1997 y Patrick & Reimer, 1975).

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

13. *Navicymbulla pusilla* (Grunow)

Hustedt, 1930. p. 354, fig. 646; Germain, 1981, p. 286, Lám. 205, fig. 6; Lám. 160, fig. 6; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 340, figs. 148:1 - 9 (como *Cymbella pusilla*); Krammer, 2003, p. 124, Lám. 136, figs. 21 - 30; Lám. 138, figs. 1 - 13, 18 - 24; Lám. 139, figs. 1 - 6; Lám. 140, figs. 1 - 6; Lám. 14, figs. 1 - 4 (como *Navicymbulla pusilla*).

Descripción: Valvas moderadamente dorsoventrales, semilanceoladas, margen dorsal arqueado y el ventral ligeramente convexo a recto. Polos redondeados. Área axial recta, lineal, se va ampliando gradualmente hacia el centro de la valva. Área central poco evidente. Rafe filiforme, nódulo central ligeramente expandido y desplazado dorsalmente. Fisuras terminales del rafe curvadas hacia el margen dorsal. Estrías radiales, paralelas. Se observan 3 estrías cortas en el nódulo central.

Mide de 25 - 27 μm de largo, de 6 - 6.4 μm de ancho y tiene 16 estrías en 10 μm . (Lám. 6, Figs. 1 - 3).

Ambiente: Cosmopolita, se ha registrado en aguas tropicales a templadas, frecuentemente registradas en gran número. Hustedt, (1930) menciona que es una especie que se encuentra en aguas interiores salinas, zonas costeras y en estuarios. También se ha registrado en ambientes de oligotróficos a eutróficos.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Esta especie entra en sinonimia con *Cymbella pusilla* Hustedt (1930), Germain (1981) y Krammer & Lange-Bertalot, (1986).

Familia: Gomphonemataceae

14. *Gomphonema clavatum* Ehrenberg.

Kammer & Lange-Bertalot, 1985, p. 45 Lám, 39, figs. 5 - 8; Kramer & Lange-Bertalot, 1986, p. 367, fig. 163:7; Novelo, 1998, p. 408, fig. 308; Maidana & Seeligmann, 2006, p. 4.

Descripción: Valva clavada, parte media más amplia, parte superior ligeramente más corta que la inferior. El ápice se reduce más abruptamente que la base, cuneiforme con terminación redondeada; fisuras terminales del rafe en forma de gancho. Área axial delgada, área central rectangular. Tiene un estigma frente al área central. Presenta una estría central corta espaciada, frente a una larga también espaciada del resto. Estrías punteadas, paralelas.

Mide 26 μm de largo, 6 μm de ancho y tiene 14 estrías en 10 μm . (Lám. 6, Figs. 4 - 7)

Ambiente: Crece en espumas, natas, flóculos filamentosos, perifiton y costras, epipsámica, epipélica, epilítica, ambientes mixtos, charcos, ríos, canales, lagos, arroyos represas y estanques artificiales.

Formas de vida: Plocon.

15. *Gomphonema* sp1

Descripción: Valva en forma de clava, parte superior ligeramente más amplia que la parte inferior. Ápices redondeados. Área axial delgada, mientras que la central es de forma rectangular. Presenta un estigma en la parte central, cerca de una estría larga, frente de una corta. Rafe filiforme con terminaciones proximales en forma de gancho que se desvían hacia donde esta el estigma. Estrías rectas punteadas y paralelas a lo largo de toda la valva.

Mide de 40 – 43 μm de largo, 8 μm de ancho y tiene 16 estrías en 10 μm . (Lám. 7, Fig. 1 - 3)

Formas de vida: Epifítica

Observaciones: Las características observadas en las muestras estudiadas no coinciden con las encontradas en la literatura consultada, por lo que no se determinó la especie.

16. *Gomphonema* sp2.

Descripción: Célula heteropolar en forma de clava, apices redondeados con terminaciones no evidentes. Área axial delgada, área central en forma rectangular. No tiene estigma. Rafe filiforme con terminaciones proximales y distales rectas. Estrías punteadas paralelas a lo largo de toda la valva.

Mide 26 μm de largo, 5.8 μm de ancho y tiene 14 estrías en 10 μm . (Lám. 7, Figs. 4 - 6)

Formas de vida: Epifítica

Observaciones: Las características observadas en las muestras estudiadas no coinciden con las encontradas en la literatura consultada, por lo que no se determinó la especie.

17. *Gomphoneis olivaceum* (Horneman) Brébisson.

Hustedt, 1930, p. 378, figs. 719a - c; Germain, 1981, p. 312, Lám. 111, figs. 14 - 16, Lám. 161, fig. 5 y Lám. 168, fig. 11; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 374, fig. 165:1 - 7; Hartley, 1996, p. 228 Lám. 106, fig. 2; Novelo, 1998, p. 410, fig. 310.

Descripción: Valva lanceolada, la parte superior es más corta que la inferior. Ápice redondeado y la base angosta. Área axial recta y área central redondeada. Sin estigma. Rafe recto con terminaciones distales rectas. Estrías radiales en el centro y casi paralelas o radiadas en los ápices. En el centro se observan estrías largas y cortas alternadas. Todas las estrías están distribuidas homogéneamente y con una areolación doble.

Mide de 39 - 43 μm de largo, de 9 - 11 μm de ancho, tiene 14 estrías en 10 μm . (Lám. 7, Figs. 7 y 8; Lám. 8, Fig. 1)

Ambiente: Cosmopolita, crece en películas filamentosas y flóculos filamentosos, edáfica, pláctonica y epilítica en ambientes mixtos, charcos y represas, indiferente a la salinidad.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Es una especie que tiene problemas para su identificación ya que algunos autores la citan como del género *Gomphonema*. Hustedt (1930) y Novelo (1998), la registran como *Gomphonema olivaceum*; sin embargo este último autor menciona que la especie entra en sinonimia con *Gomphoneis olivaceum*. Hartley, (1996); Bulent & Feray (2006), la citan también como *G. olivaceum*. En esta investigación se ubicó en el género *Gomphoneis*.

18. *Gomphoneis* sp.

Descripción: Valva lanceolada heteropolar. Con ápices redondeados, área axial muy reducida y área central rectangular; sin estigma. Rafe filiforme con terminaciones distales y proximales rectas. Estrías dobles paralelas a lo largo de la valva y en el centro se alternan los tamaños una chica seguida de una grande.

Mide de 20 – 23 μm de largo, de 8 – 9 μm de ancho y tiene 10 estrías en 10 μm . (Lám. 8, Fig. 2)

Formas de vida: Epifítica

Observaciones: Las características observadas en las muestras estudiadas no coinciden con las encontradas en la literatura consultada, por lo que no se determinó la especie.

Orden: ACHNANTHALES

Familia: Achnanthaceae

19. *Achnanthes exigua* Grunow

Hustedt, 1930, p. 201, fig. 286; Germain, 1981, p. 114, Lám. 42, figs. 20 - 26; Gasse, 1986, p. 19, Lám. 8, figs. 14, 15; Hartley, 1996, p. 22, Lám.3, fig. 6; Cocquyt, 1998, p. 39, Lám. 4, figs. 10 - 13; Novelo, 1998, p. 305, fig.199; Novelo *et al.*, 2007, p. 28, Lám. 4, fig. 3.

Descripción: Valva lineal lanceolada con ápices protuberantes, ligeramente rostrados, subcapitados y márgenes paralelos. La valva con rafe presenta estrías lineales, radiales en el centro y paralelas en el ápice; rafe recto con terminaciones proximales rectas. El área central forma un estauro que alcanza los márgenes de la valva, área axial estrecha, recta.

Mide de 9 - 16 μm de largo, de 5 - 7.5 μm de ancho y tiene de 20 - 30 estrías en 10 μm . (Lám. 8, Figs. 3 - 5)

Ambiente: Se considera cosmopolita, crece en marismas, soporta amplios intervalos de temperatura y luz., eutérmica, oligohalobia, alcalífila, pH óptimo de 8 y forma parte del perifiton.

Forma de vida: Epifítica.

Observaciones: La especie observada en Alchichica coincide con las características citadas por Novelo, (1998). Novelo *et al.*, (2007), la registran como *Achnanthidium exigum* Lám 4 fig 3 y la encontraron principalmente en el perifiton.

20. *Achnanthes* sp.

Descripción: Valvas isopolares, lineales, con polos redondeados, ligeramente capitados. Valva sin rafe es recta. Las estrías paralelas o radiales, formadas por hileras dobles de areolas. Área axial recta generalmente estrecha, área central redondeada, esternón bien diferenciado. (Lám. 8 Fig. 6)

Mide de 16 - 17 μm de largo, de 5 - 7 μm de ancho y tiene 17 estrías en 10 μm .

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Las características observadas en las muestras estudiadas no coinciden con las encontradas en la literatura consultada, por lo que no se determinó la especie.

Familia: Cocconeidaceae

21. *Cocconeis placentula* var. *euglypta* Ehrenberg.

Hustedt, 1930, p. 189, fig. 262; Germain, 1981, p. 104, Lám. 39, figs. 2 - 6; Cocquyt, 1998, p. 44, Lám. 5, figs. 3 - 4 y Lám. 6, figs. 3, 5 - 7; Novelo, 1998, p. 315, fig. 210; Maidana & Seeligmann, 2006, p. 4; Novelo *et al.*, 2007, p. 30, Lám. 4, fig. 8; Seeligmann *et al.*, 2008, p. 4, fig. 3E.

Descripción: Valvas elípticas ampliamente redondeadas. Valva sin rafe con estrías que forman líneas onduladas gruesas. Valva con rafe presenta su área axial estrecha, hasta los bordes de la valva, con su área central pequeña y redondeada. Rafe recto filiforme con terminaciones distales cercanas a los márgenes. Estrías radiadas, curvadas lineales en la valva con rafe, presenta areolas alargadas.

Mide de 14 - 19 μm de largo, 9.2 - 13.5 μm de ancho, tiene 23 estrías en 10 μm , en la valva con rafe y 28 μm en la valva sin rafe. De 7 -12 areolas de por estría. (Lám. 8 Figs. 7 y 8)

Ambiente: Cosmopolita, alcalífila, presente en sustratos rocosos con altos contenidos de sales, identificada como oligohalófila indiferente. Se considera epifítica, epilítica, crece en costras y flóculos mucilaginosos.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

22. *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Cleve

Benson & Rushforth, 1975, p. 60, Lám. 21, figs. 2 - 3; Economou-Amilli, 1980, p. 74; Vinocur *et al.*, 1994, p. 153 - 175; Hartley, 1996, p. 122, Lám. 53, figs. 4 - 6; Novelo, 1998, p. 314, fig. 209; Novelo *et al.*, 2007, p. 30, Lám. 4, fig. 7; Cantoral-Uriza & Aboal, 2008. fig. 2.

Descripción: Valvas elípticas, polos robustos y redondeados. La valva con rafe tiene un área axial angosta, rafe recto y filiforme; terminaciones distales con área marginal hialina, terminaciones proximales alargadas; área central corta y redondeada. Estrías lineales paralelas, en la parte media de la valva se curvan un poco hacia los polos interrumpidas por una área hialina marginal y submarginal.

La valva sin rafe tiene un área axial lineal y angosta; las estrías son punteadas, areolas alargadas de tamaño mediano. Las areolas están arregladas con una pronunciada ondulación organizándose longitudinalmente en forma de zig-zag.

Mide de 15 - 23 μm de largo, de 9.2 - 11.7 μm de ancho, tiene 26 estrías en 10 μm , en la valva con rafe y 26 μm en la valva sin rafe. De 7 -12 reolas de por estría. (Lám. 9, Figs. 1 y 2)

Ambiente: Se considera cosmopolita, alcalífila, presente en sustratos rocosos con altos contenidos de sales, identificada como oligohalófila indiferente, su óptimo desarrollo es en el perifiton de los lagos. Se considera epifítica, epilítica, comúnmente en la zona litoral de lagos alcalinos.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Según Novelo *et al.*, (2007), esta especie presenta 10 - 14 estrías en 10 μm , en la valva con rafe y 28 -32 estrías en la valva sin rafe; siendo ligeramente mas grande. Pero de acuerdo con los otros autores consultados para su determinación coinciden sus características.

Orden: NAVICULALES

Familia: Pinnulariaceae

23. *Pinnularia brebissonii* (Kützing) Rabenhorst.

Benson & Rushforth, 1975, p. 72, Lám. 26, fig. 2; Germain, 1981, p. 250, Lám. 90, figs. 12 – 18; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 426, figs. 191:7 – 9; Kenneth, 1990, p. 88, Lám. 21, fig. 9; Krammer, 2000, p. 69, Lám. 45, figs. 1 - 17; Maidana & Seeligmann, 2006, pag. 6.

Descripción: Valvas elípticas-lanceoladas. Polos en forma de cuña o muy redondeados. Rafe axial filiforme, extremos terminales del rafe en forma de signo de interrogación, extremos proximales ligeramente extendidos. Área axial delgada, área central rómbica formando un estauro. Las estrías con areolas en hileras dobles, en las formas pequeñas paralelas en la parte media, en las formas grandes radiales y convergen en la parte terminal.

Miden de 44 - 53 μm de largo, 10 - 12 μm de ancho y tienen 12 estrías en 10 μm . (Lám. 9 Figs. 3 - 6)

Ambiente: Ambientes dulceacuícolas.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Es ligeramente más grande que la especie mencionada en Benson & Rushforth. (1975) y el número de estrías es menor. Krammer & Lange-Bertalot, (1986), la reportan como *Pinnularia microstauron* var. *brebissonii*.

24. *Pinnularia* sp.

Descripción: Célula solitaria, contorno lineal a elíptico. Polos capitados con márgenes rectos. Rafe axial recto. Las estrías tienen apariencia de costillas al microscopio óptico. Área axial muy desarrollada, mientras que la central es muy variable en su forma; desde muy pequeña hasta muy amplia formando un estauro bien diferenciado.

Mide de 42.7 - 60 μm de largo, de 11 - 13 μm de ancho y tiene 11 estrías en 10 μm .

Formas de vida: Epifítica y epilítica.

Observaciones: Las características observadas en las muestras estudiadas no coinciden con las encontradas en la literatura consultada, por lo que no se determinó la especie.

Familia: Diploneidaceae

25. *Diploneis pseudovalis* Hustedt

Hustedt, 1930, p. 253, fig. 403; Gasse, 1986, p. 50, Lám. 13, fig. 6; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 287, figs. 108:11-13; Novelo, 1998, p. 326, fig. 219.

Descripción: Valvas elípticas con polos redondeados, Área central amplia, de un tercio de la valva. Nódulo central grande, área axial adelgazada hacia los polos. Conopeo más amplio en el centro y delgado en el ápice, con una fila de areolas. Estrías radiadas con dos filas de areolas.

Mide de 21 – 40 μm de largo y de 9 – 11 μm de ancho; tiene 18 estrías de 10 μm , de 22 – 24 areolas en 10 μm . (Lám. 9, Figs. 7 y 8, Lám. 10, Figs. 1 y 2)

Ambiente: Crece en flóculos filamentosos, perifiton, epipélica, epilítica, epifítica, edáfica y planctónica en ríos arroyos, canales y estanques artificiales. Sólo crece en ambientes salinos o salobres.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Familia: Naviculaceae

26. *Navicula cryptocephala* Kützing

Hustedt, 1930, p. 295, fig. 496; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 102, figs. 31: 8 - 14; Lange-Bertalot, 1996, figs. 23:14 - 16; Novelo, 1998, p. 343, fig. 233; Cox, 1996, p. 207 - 337; Lange-Bertalot, 2001, p. 27, fig. 17.

Descripción: Valvas lanceoladas, ápices redondeados, rostrados. Rafe central filiforme, nódulo central redondeado poco diferenciado, terminaciones distales del rafe dirigidas hacia el mismo lado. Área central poco evidente, área axial estrecha. Estrías lineales, en el área central irregularmente acortadas en ambos lados, radiales y estrías terminales convergentes.

Miden de 28 - 32 μm de largo, de 3 - 5 μm de ancho, tiene 14 estrías en 10 μm . (Lám. 10, Figs. 3 - 6)

Ambiente: Cosmopolita, crece en natas, flóculos filamentosos, costras, plancton, perifiton, edáficas, epifíticas, epilíticas, epipélicas y puede vivir en estanques artificiales, charcos, lagos, ríos, arroyos, canales y ambientes mixtos.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon

27. *Navicula radios* Kützing

Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 99, fig. 29:1 - 4; Lange-Bertalot, 1996, fig. 23:1 - 2; Novelo, 1998, p. 348, fig. 240; Cox, 1996, p. 213, figs. 15 y 16; Novelo *et al.*, 2007, p. 46, Lám. 8, fig. 7; Lange-Bertalot, 2001, p. 59, fig. 8.

Descripción: Valvas solitarias, lanceoladas, con ápices agudos redondeados. Rafe recto con terminaciones proximales curvadas hacia un mismo lado. Área axial recta, área central rómbica, formada por estrías cortas e irregulares. Dos estrías centrales son más cortas que el resto. Estrías lineales, radiales en el centro de la valva y convergentes en los polos.

Miden de 42 - 49 μm de largo, de 7 – 8 μm de ancho, tiene 16 estrías en 10 μm . (Lám. 10, Figs. 7 y 8, Lám 11, fig. 1)

Ambiente: Cosmopolita, crece en ambientes con alto contenido de sales y es oligohalobia indiferente.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

28. *Caloneis westii* (W.smith) Hendey

Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 386, figs. 170:1, 2; Novelo, 1998, p. 324, fig. 218; Seeligmann *et al.*, 2008, p. 6; Knechtel *et al.*, 2006, p. 10.

Descripción: Valvas lineal-lanceoladas, con ápices agudos ligeramente redondeados. Área axial amplia, lanceolada y área central redondeada. Rafe recto con terminaciones proximales y distales rectas. Estrías con pequeñas areolas y paralelas; líneas marginales muy evidentes formando una banda a lo largo de toda la valva.

Mide de 100 - 117 μm de largo, de 25 – 30 μm de ancho y tiene 24 estrías en 10 μm . (Lám. 11, Figs. 2 - 4)

Ambiente: Crece en películas filamentosas, episámica, epipélica y en ambientes salinos.

Formas de vida: Epilítica

Observaciones: De acuerdo con lo reportado por Novelo, (1998); la especie observada en Alchichica es ligeramente más grande. Seeligmann *et al.*, (2008), mencionan que puede encontrarse en ambientes dulceacuicolas a mixohalinos.

29. *Hippodonta* sp.

Descripción: Valvas angostas, lineales-lanceoladas, polos redondeados. Rafe filiforme. Área axial muy angosta, área central pequeña o en ocasiones ausente. Estrías paralelas o ligeramente radiales y convergentes en los polos.

Mide de 6.8 – 23 μm de largo, de 4.5– 6 μm de ancho, tiene 9 estrías en 10 μm . (Lám. 11 Figs. 5 - 7)

Ecología: Cosmopolita, en estuarios, ríos salados. Más raramente en agua dulce con alto contenido de electrones o en tierra húmeda.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Las características observadas en las muestras estudiadas no coinciden con las encontradas en la literatura consultada, por lo que no se determinó la especie.

Familia: Pleurosigmataceae

30. *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst

Hustedt, 1930 p. 222, fig. 329; Patrick & Reimer, 1966, p. 314, Lám. 23, figs. 1 - 3; Bourrelly, 1968, p. Lám. 77, fig. 6; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 296, figs. 114: 4, 8; Hartley, 1996, p. 240, Lám. 112, fig. 1; Novelo, 1998, p. 330, fig. 222.

Descripción: Valvas solitarias con simetría sigmoide, en eje apical. Ápices gradualmente agudos, y redondeados. Rafe axial sigmoide con una curvatura constante. Terminaciones proximales del rafe están ligeramente curvadas, en direcciones opuestas. Terminaciones distales rectas. Área axial estrecha sigmoide a ondulada. Área central pequeña, redondeada. Las areolas están arregladas rectas con respecto a las estrías; dando una apariencia de una doble estriación, transversal y longitudinal.

Mide de 110 - 115 μm de largo y 16 μm de ancho. (Lám. 12, Figs. 1 y 2)

Ambientes: Ríos arroyos, manantiales aguas dulces o salobres no contaminadas en condiciones alcalinas, en lagos y estanques. Bentónica, sobre plantas u otros objetos sumergidos, perifiton.

Formas de vida: Epifítica.

Familia: Stauroneidaceae

31. *Stauroneis phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg

Hustedt, 1930, p. 255, fig. 404; Germain, 1981, p. 156, Lám. 59, fig. 1 - 6; Kramer & Lange-Bertalot, 1986, p. 239, figs. 84:1 - 3, 85:1 - 6; Kenneth, 1990, p. 95, Lám. 44, figs. 7 - 8; Metzeltin & Witkowski, 1996, pag. 52, Lám. 10, fig. 1; Cocquyt, 1998, p. 128; Novelo *et al.*, 2007, p. 56, Lám. 11, fig. 4; Bruder & Medlin, p. 2008, p. 283 – 329.

Descripción: Valvas lanceoladas, con margen convexo y ápices capitados. Área axial angosta, con un estauro ancho. Rafe lateral en la parte media de la valva con fisuras distales ligeramente curvadas y las proximales rectas. Estrías, ligeramente radiales en el centro de la valva.

Mide de 30 - 45 μm de largo, de 10 - 13 μm de ancho, tiene 15 estrías en 10 μm y 30 areolas en 10 μm . (Lám. 12, Figs. 3 - 5)

Ambiente: Cosmopolita, pH indiferente, en sustratos rocosos, en perifiton y oligohalobia indiferente.

Formas de vida: Epifítica, epilitica y plocon.

Observaciones: Las valvas observadas en Alchichica fueron más pequeñas que las registradas por Novelo *et al.*, (2007).

32. *Craticula cuspidata* (Kützing) D. G. Mann

Hustedt, 1930, p. 268, fig. 433; Gasee, 1986, p. 91, Lam. 15, fig. 6; Kramer & Lange-Bertalot, 1986, pag. 126, fig. 43:1 - 8; Novelo, 1998, p. 355, fig. 250; Knechtel, *et. al.*, 2006, pag. 15; Maidana & Seeligmann, 2006, p. 4; Novelo *et al.*, 2007, p. 38, Lám. 6, fig. 5.

Descripción: Valva lanceolada con ápices rostrados, área axial estrecha. Rafe filiforme, terminaciones proximales rectas. Nódulo central angosto; estrías paralelas y longitudinales mientras las areolas están alineadas longitudinalmente.

Mide de 72 - 98 μm de largo, de 18 - 20 μm de ancho, tiene 20 estrías en 10 μm y 25 areolas en 10 μm . (Lám.12 Figs. 6 - 8)

Ambiente: Cosmopolita, alcalifila, presente en sustratos calcarios; crece en natas, perifiton, flóculos filamentosos, espumas y plancton.

Formas de vida: Epifítica, epilitica y plocon.

Observaciones: De acuerdo con lo descrito por Tavera (2007), difiere en el tamaño. También es conocida como; *Frustilia cuspidata* Kützing, *Navicula cuspidata* var. *ambigua* (Ehrenberg 1843) Cleve, *Navicula cuspidata* var. *herbaudii* M. Peragallo.

Hustedt (1930), la menciona como *Navicula cuspidata* var. *ambigua* (Ehrenberg 1843) Cleve; mientras que Kramer & Lange-Bertalot (1986), la reportan como *Navicula cuspidata*.

Orden: THALASSIOPHYSALES

Familia: Catenulaceae

33. *Amphora lybica* Ehrenberg

Krammer, 1980, p. 209, Lám. 1, fig. 4; Lám. 3, figs. 12 - 20; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 345, figs. 149:3 - 11; Kenneth, 1990, p. 21, Lám. 17, fig. 18; Vinocur *et al.*, 1994, p. 153 - 175; Bruder & Medlin, 2008, p. 283 - 329.

Descripción: Valvas en forma de luna, biconvexas, por lo general se observan en vista singular. Margen dorsal más profundo que el margen ventral. Rafe ventral; presenta una zona hialina en el margen central.

Mide 37 - 40 μm de largo, de 8.5 - 9 μm de ancho y tiene 14 estrías en 10 μm . (Lám. 13, Figs. 1-4)

Ecología: Se considera alcalífila, vive en aguas de tipo salobre y dulce.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

34. *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow

Krammer, 1980, p. 214, Lám. 6, figs. 38 - 40, 42, 47 y 48 Lám.3, figs. 12 - 20; Gasse, 1986, p. 25, Lám. 25, fig. 10 - 1; Krammer & Langer- Bertalot, 1986, p. 346, figs. 8 - 13; Kenneth, 1990, p. 21, Lám. 4, figs. 1 - 2; Vinocur *et al.*, 1994, p. 153 - 175; Hartley, 1996, p. 58, Lám. 21, fig. 9; Novelo, 1998, p. 389, fig. 288; Lee & Round, 1989, p. 79 - 87, figs. 1 - 35; Novelo *et al.*, 2007 p. 58 Lám. 12, fig. 3.

Descripción: Valva hemisferica-semielíptica, polos no rostrados. Margen ventral recto, margen dorsal convexo. En vista conectiva se observa elíptica con polos rectos, redondeados. Sin nódulo central. Área axial y central recta, que alcanza el margen del rafe. Estrías dorsales paralelas a radiales, lineales o punteadas. Estrías centrales dos cortas a cada lado del área central. Estrías ventrales paralelas no interrumpidas. Rafe recto con terminaciones rectas, terminaciones proximales redondeadas.

Mide de 11 - 13 μm de largo, de 3 - 4.2 μm de ancho y tiene 15 estrías en 10 μm . (Lám. 13 Figs. 5 y 6)

Ambiente: Crece en flóculos filamentosos, mucilaginosos; natas, plancton, epipélica, epilítica, edáfica, en ríos arroyos, canales, charcos, estanques y ambientes mixtos, en aguas salobres con pH mayor de 7 y ambientes salinos.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Es ligeramente mas larga de acuerdo a lo reportado por Novelo, (1998), Hustedtt, (1930); la considera como *Amphora ovalis* var. *veneta* p 244 fig. 629.

35. *Amphora veneta* Kützing

Gasse, 1986, p. 27, Lám. 26, figs. 1 - 4; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, p. 348, figs. 151:7 - 17; Vinocur *et al.*, 1994, p. 153 - 175; Hartley, 1996, p. 64, Lám. 24, figs. 1 - 5; Novelo, 1998, p. 333, fig. 225; Novelo *et al.*, 2007, p. 58, Lám. 12, fig. 4; Cantoral-Uriza & Aboal, 2008, p. 118, fig. 3 D.

Descripción: Valvas semi-elípticas en vista valvar; polos ligeramente prolongados, rostrados. Margen ventral recto y margen central convexo. Nódulo central poco evidente. Área axial recta y delgada; mientras que la central es pequeña rectangular y expandida de un solo lado. Estrías dorsales ligeramente radiales a paralelas punteadas; las ventrales no se observan. Rafe filiforme recto. Fisuras dístales y proximales rectas.

Miden de 27 - 34 μm de largo; de 2.8 - 4.7 μm de ancho, tiene 22 estrías en 10 μm y 13 areolas en 5 μm . (Lám. 13 Figs. 7 y 8; Lám. 14 Fig. 1)

Ambiente: Es considerada como cosmopolita, alcalífila, presente sustrato rocosos con altas concentraciones de sal y eurihalobios.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Orden: BACILLARIALES

Familia: Bacillariaceae

36. *Denticula* sp.

Descripción: Valvas lanceoladas con un rafe lateral submarginal y curva no tiene nódulo central. Presenta costillas perpendiculares al rafe, capitadas o no; con estrías finamente punteadas entre ellas. Fíbulas muy desarrolladas. En vista singular es rectangular y permite observar los septos internos de la valvocópula con engrosamientos terminales.

Mide de 28 - 31 μm de largo; de 7 - 8.3 μm de ancho. (Lám. 14 Figs. 2 y 3)

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Debido a que las características observadas son insuficientes, no se determinó la especie.

37. *Nitzschia communis* Rabenhorst

Benson & Rushforth, 1975, p. 81, Lám 38, fig. 3; Germain, 1981, p. 352, Lám. 133, figs. 3 - 5; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, p. 110, figs. 79:1 - 6; Cocquyt, 1998, p. 103 fig. 19; Novelo, 1998, p. 429, fig. 326; Novelo *et al.*, 2007, p. 72, Lám 17, fig. 1.

Descripción: Valvas pequeñas de lineal-elíptica; rectas en vista valvar. Márgenes cóncavos, con ápices redondeados. Estrías rectas finamente punteadas. La valva esta débilmente silicificada, la superficie valvar es recta y tienen quillas cortas. El rafe es marginal con distancia irregular entre fíbulas, las cuales son cortas, desafiladas y de igual longitud. No tiene nódulo central.

Mide de 25 - 27 μm de largo, de 3 - 5 μm de ancho; tiene 30 estrías en 10 μm y 12 fíbulas en 10 μm . (Lám. 14 Fig. 4)

Ambiente: Esta especie tolera grandes cambios de temperatura, es alcalífila, presente en sustratos rocosos y altos contenidos de sal; además de mesóhalobia indiferente y eurihalina

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Coincide con las medidas reportadas por Novelo *et al.*, (2007). Coincide en las características reportadas por Benson & Rushforth (1975).

38. *Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow

Hustedt, 1930, p. 414, fig. 795; Benson & Rushforth, 1975, p. 82, Lám. 38, fig. 5; Lange-Bertalot *et al.*, 1978, p. 23 Lám. 1, fig. 1 - 39; Lám. 22, figs. 292, 293; Germain, 1981, p. 352, Lám. 134, fig. 1; Economou-Amilli, 1980, p. 84; Novelo, 1998, p. 434, fig. 334; Wendker, 1990, p. 179 - 187, fig. 1 - 26; Vinocur, *et al.*, 1994, p. 153 - 175; Trobajo *et al.*, 2004, p. 440, figs. 9, 11 - 12, 14; Novelo *et al.*, 2007, p. 72, Lám. 17, fig. 3b.

Descripción: Valvas lineales-lanceoladas, con márgenes convexos, ligeramente extendidos, polos subcapitados ligeramente redondeados. El rafe es marginal con fíbulas cortas e irregularmente distantes y de igual longitud. Tiene interespacio central. Las estrías punteadas paralelas, coinciden con las fíbulas, aproximadamente 2 estrías por fíbula. Sus estrías son rectas, punteadas con estructura compleja.

Mide de 7 - 14.5 μm de largo y 3 μm de ancho, tiene 25 estrías en 10 μm y 12 fíbulas en 10 μm . (Lám. 14 Figs. 5 - 8)

Ambiente: Es considerada cosmopolita, alcalófila y eurihalobia.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Es ligeramente más pequeña que lo reportado por Novelo *et al.*, (2007), y Economou-Amilli (1980), también Lange-Bertalot & Simonsen (1978), 3 - 45 μm y 2 - 4 μm . Trobajo *et al.*, (2004), señala que los intervalos de salinidad son un factor que influye en el tamaño de la valva.

39. *Nitzschia gracilis* Hantzsch

Germain, 1981, p. 348, Lám. 131, figs. 6 - 11; Gasse, 1986, p. 131, fig. 30 - 31; Cocquyt, 1998, p. 106, Lám. 54, fig. 13; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, p. 93, figs. 66:1 - 10; Novelo *et al.*, 2007, p. 73, Lám 17, fig. 4.

Descripción: valvas alargadas y lineales, se observan rectas en vista valvar, con márgenes rectos y paralelos; ápices extendidos y polos redondeados. Superficie valvar plana con quillas cortas. El margen del rafe tiene fíbulas irregularmente distantes, de igual en longitud. Estrías visibles y rectas. Mide de 14 - 33 μm de largo y de 2.5 - 3 μm de ancho; tiene 26 estrías en 10 μm y 12 fíbulas en 10 μm . (Lám. 15 Fig. 1 y 2)

Ambiente: Tolera cambios bruscos de temperatura, pH indiferente y oligohalobia.

Formas de vida: Epfítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Es más pequeña que lo registrado por Novelo, *et al.*, 2007 ya que ellos encontraron frústulos de 57 - 70 μm de largo, y 3.5 - 4.5 μm de ancho. El intervalo de las valvas encontradas Gasse, 1986, es de 40 - 104 μm de largo y 2.5 - 3 μm de ancho.

40. *Nitzschia recta* Hantzsch

Hustedt, 1930, p. 411, fig. 785; Germain, 1981, p. 346, Lám. 131, figs. 1 - 3, Gasse, 1986, p. 140, Lám 33, fig. 10; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, p. 20, figs. 12: 1 - 11; Kenneth, 1990, p. 84, Lám. 34, fig. 4; Cocquyt, 1998, p. 113, Lám. 30, figs. 9 - 11.

Descripción: Valvas lineales a lanceoladas, terminaciones distales afiladas ligeramente capitadas. Fíbulas gruesas, estrías finamente punteadas no visibles en organismos pequeños.

Mide de 79 - 82 μm de largo, de 3 - 5 μm de ancho, tiene 30 estrías en 10 μm y 12 fíbulas de 10 μm . (Lám. 15 Figs. 3 y 4)

Ambiente: Esta especie es muy abundante en ambientes mineralizados, en el plancton, depósitos litorales marinos y sobre macrófitas. Habita la zona litoral de los lagos, epilítica, epifítica o epipélica; se encuentra en ambientes de agua dulce y oligohalobios. Su pH óptimo se encuentra en 8.2 y 8.6.

Formas de vida: Epifítica.

41. *Nitzschia vitrea* Norman

Germain, 1981, p. 342, Lám. 131, figs. 1, 5; Gasse, 1986, p. 153; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, p. 72, fig. 56: 1 - 7; Hartley, 1996, p. 402, Lám. 19, fig. 3 - 5; Cocquyt, 1998, p. 116, Lám. 31, fig. 9; Novelo *et al.*, 2007, p. 76, Lám. 18, fig. 9.

Descripción: Valvas pequeñas a medianas lineales, con márgenes rectos. Ápices subcapitados con terminaciones con polos redondeados. Superficie valvar recta y tiene pequeñas quillas. Rafe marginal con fíbulas acomodadas irregularmente; las cuales son cortas, ocupan 1 / 4 de lo ancho de la valva. Las estrías son punteadas y coinciden con las fíbulas.

Miden de 13 - 75.6 μm de largo, de 3 - 8.4 μm de ancho, tiene 36 estrías en 10 μm y 11 fíbulas en 10 μm . (Lám. 15 Figs. 5 y 6)

Ambiente: Especie considerada cosmopolita y eurihalobia. Se encuentra de lagos salinos y alcalinos.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: De acuerdo a lo reportado por Novelo *et al.*, (2007), es ligeramente más grande por lo que aumenta el número de estrías y fíbulas, pero se mantiene la medida de lo ancho de la valva.

Orden: RHOPALODIALES

Familia: Rhopalodiaceae

42. *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing

Hustedt, 1930, p. 383, fig. 727a; Bourrelly, 1968, p. 368, Lám. 100, fig. 4; Benson & Rushforth, 1975, p. 79, Lám 31, fig. 6; Gasse, 198, p. 50; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, p. 147 - 149, figs. 102:1 - 9; 103:1 - 5; Cocquyt, 1998, p. 62, Lam. 15, fig. 1; p. 200, Lám 92, fig. 1; Novelo *et al.*, 2007, p. 78, Lám. 19 fig. 5.

Descripción: Valvas con margen ventral recto y el marginal dorsal convexo. Ápices no extendidos y polos redondeados. El rafe curvado ventralmente y en el centro, mientras que en el margen es recto. El nódulo central está dirigido hacia el margen dorsal. Las costillas son capitadas en vista singular; mientras que en vista valvar son radiales y tienen de 12 areolas entre ellas.

Mide 45 - 85 μm de largo, 13 - 15 μm de ancho, tiene 13 estrías en 10 μm y 10 areolas en 10 μm . (Lám. 15 Figs. 7 y 8; Lám 16 Figs. 1 y 2)

Ambiente: Esta especie se considera como cosmopolita, alcalífila presente en ambientes con alto contenido de sal y eurihalobia.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Es ligeramente más pequeña que lo reportado por Novelo *et al.*, (2007).

43. *Epithemia sorex* Kützing

Hustedt, 1930, p. 388, fig. 736; Bourrelly, 1968, p. 368, Lám. 100, figs. 11 - 12; Gasse, 1980, p. 75, Lám. 52, figs. 1 - 8, Lám. 54, fig. 1 - 3; Gasse, 1986, p. 51, Pl. 30, fig. 13; Novelo, 1998, p. 449, fig. 352; Vinocur *et al.*, 1994, p. 153 - 175; Cocquyt, 1998, p. 62, Lám. 15, fig. 6; Novelo *et al.*, 2007, p. 79, Lám. 19, fig. 6.

Descripción: valvas con márgen ventral ligeramente cóncavo, mientras que el dorsal es convexo. Ápices ligeramente rostrados con polos redondeados. El rafe ventral es curvado, con terminaciones dorsalmente curvadas. En nódulo central cerca del margen dorsal. Las costillas son capitadas en vista cingular y radiales en vista valvar con 10 areolas entre ellas.

Miden de 15 - 18 μm de largo, de 11 - 13 μm de ancho, tiene 13 estrías en 10 μm y 12 areolas en 5 μm . (Lám. 16 Figs. 3 y 4)

Ambiente: es cosmopolita, alcalífila, presente en ambientes rocosos con altas concentraciones de sales y son eurihalobias.

Formas de vida: Epifítica y epilítica.

Observaciones: Es más ancha y tiene menos estrías según lo reportado por Novelo *et al.*, (2007). De acuerdo con Novelo, (1998); solo es ligeramente más pequeña 38.9 - 52 μm de largo; las otras características si coinciden.

44. *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kütznig

Hustedt, 1930, p. 387, fig. 733; Bourrelly, 1968, p. 368, Lám. 100, fig. 1; Patrick & Reimer, 1975, p. 182, Lám. 25, fig. 1a - b; Germain, 1981, p. 318, Lám. 118, fig. 1 - 4; Sims, 1983, p. 219, Lam. 3, fig. 14; Lam. 4, figs. 19 - 24; Hartley, 1996, p. 202, Lam. 93, fig. 1; Novelo, 1998, pag. 450, fig. 354; Novelo *et al.*, 2007, p. 79, Lám. 19 fig. 7; Oliva-Martínez *et al.*, 2005, p. 10, fig. 24.

Descripción: Valvas con un margen ventral ligeramente cóncavo, mientras que el dorsal es convexo. Ápices redondeados. Rafe y canal del rafe curvo con el nódulo central al centro de la valva dirigido hacia el margen dorsal. Costillas radiales.

Miden de 34 - 42 μm de largo, de 10 - 13 μm de ancho, tiene 13 estrías en 10 μm y 12 areolas en 10 μm . (Lám. 16 Figs. 5 - 8; Lám. 17 Fig. 1)

Ambiente: Cosmopolita, alcalífila, vive en ambientes rocosos con altos contenidos de sal y pH óptimo cerca de 8.2.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Es más pequeña de acuerdo a lo citado por Novelo *et al.*, (2007). En lo descrito por Oliva-Martínez *et al.*, (2005), las medidas coinciden.

45. *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Müller

Hustedt, 1930, p. 391, fig. 742; Bourrelly, 1968, p. 370, Lám. 98, fig. 18; Economou-Amilli, 1980, p. 89; Novelo, 1984, p. 453, fig. 356; Kenneth, 1990, p. 93, Lám. 43:6; Vinocur *et al.*, 1994, p. 153 - 175; Novelo, 1998, p. 453, fig. 356.

Descripción: Valvas fuertemente curvada; con margen dorsal convexo y margen ventral recto, ápices curvados ventralmente. Fíbulas radiales con tres estrías entre ellas.

Mide de 36 - 58.1 μm de largo, de 8 - 10.5 μm . de ancho, tiene 17 estrías en 10 μm y 6 fíbulas en 10 μm . (Lám. 17 Figs. 2 - 4)

Ambiente: Se encuentra en aguas dulces alcalinas, salobres, marinas, en turberas ácidas, aguas termales, con alta conductividad, en aguas muy mineralizadas y es una especie altamente tolerante.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: De acuerdo con Novelo (1998), es ligeramente más grande.

Orden: SURIRELLALES

Familia: Entomoneidaceae

46. *Entomoneis alata* (Ehrenberg) Ehrenberg 1845.

Hustedt, 1930, p. 338, fig. 625; Patrick & Reimer, 1975, pag. 3, Lám. 1, fig. 2; Gasse, 1986, p. 21, Lám, 25, fig. 4; Krammer & Large-Bertalot, 1986, p. 438, fig. 203:1 - 4; Novelo, 1998, p. 381, fig. 280; Knechtel *et al.*, 2006, p.14.

Descripción: Valva lanceolada, formada por la proyección perpendicular de dos círculos, en vista cingular. En vista valvar con polo casi circular y el otro agudo. En vista semilateral parecen dos círculos unidos, debido a la amplia estriación paralela y firmemente punteada en los polos. La línea de unión del ala con el cuerpo de la valva, suave pero tiene engrosamientos silíceos muy evidentes e irregularmente dispuestos.

Mide de 120 - 125 μm de largo, de 16 - 18 μm de ancho y tiene 10 estrías en 10 μm . (Lám. 17 Figs. 5 - 8)

Ambiente: Vive en ambientes de agua corriente salobre, en el litoral y se considera mesohalobia.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Es mucho mayor que lo reportado por Novelo (1998). Gasse (1986) y Hustedt (1930), la mencionan como *Amphiprora alata*.

Familia: Surirellaceae

47. *Campylodiscus clypeus* Ehrenberg

Hustedt, 1930, p. 448, figs. 873 - 874; Bourrelly, 1968, p. 396; Germain, 1981, p. 294, Lam. 1053, fig. 3; Gasse, 1986, p. 31, Lám. 46, fig. 5; Carvalho *et al.*, 1995, p. 473, fig 1 - 12; Vinocur *et al.*, 1994, p. 153 - 175; Hartley, 1996, p. 112, Lám 48, fig. 1.

Descripción: Valvas circulares, con un manto poco profundo. Área central delimitada por cuatro esquinas ligeramente ovales, área hialina, dividida por un área axial. Esta área hialina internamente es elevada y externamente con una depresión. Presenta dos cortas hileras de puntos apicales, situados en cada lado del área axial. En la parte externa de la vista valvar contiene dos hileras cortas y radiales de puntos separados por fibulas; las cuales son interrumpidas por un área hialina en forma de gancho, una a cada lado del área hialina central. El canal del sistema del rafe es levantado por una quilla y corre al rededor de todo el perímetro de la valva, terminando en los polos. Mide de 105 – 115 μm de diámetro y tiene 19 fibulas en 100 μm . (Lám. 18 Figs. 1 - 4)

Ambiente: Se encuentra en agua someras, de lagos salinos, en lagos con carbonato de sodio.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

48. *Surirella ovalis* Brebisson

Hustedt, 1930, p. 442, fig. 860; Benson & Rushforth, 1975, p. 85, Lam. 32, fig. 5; Krammer & Lange-Bertalot, 1987, p. 82, figs. 12 - 20; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, p. 178, figs. 125: 1 - 7 y fig. 126: 1; Hartley, 1996, p. 568, Lám. 27, figs. 6 - 3.

Descripción: Valva ovalada, heteropolar con un polo anchamente redondeado; mientras que el otro es cuneado-redondeado. El esternón no se distingue por ser muy angosto. Costillas submarginales anchas, estrías finas y radiales se extienden por todo el esternón.

Mide de 38 – 40 μm de largo, de 28 – 32 μm de ancho, tiene 15 estrías en 10 μm y 5 costillas en 10 μm . (Lám. 18 Figs. 5 - 8)

Ambiente: Se encuentra en ambientes oligosaprobios, mesohalobios con pH alcalino.

Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

Observaciones: Es ligeramente más pequeña según lo reportado por Benson & Rushforth (1975).

49. *Surirella striatula* Turpin

Hustedt, 1930, Lám. 9, figs. 1 - 2; Germain, 1981, p. 392, Lám. 152, fig. 23; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, p. 190, figs. 140: 4, 5; Maidana & Seeligmann, 2008, p. 3, fig 2L; Metzeltin & Lange-Bertalot, 2002, p. 276, Lám. 94, fig. 1.

Descripción: Valvas ovoides, en el margen se localiza el canal rafideano. Los frústulos son ligeramente heteropolares, la superficie de la valva esta marcada por costillas gruesas que van hacia el centro formando un esternón; el cual se observa con un arreglo en zig-zag, entre las costillas se observan estriaciones finas.

Mide de 108 - 190 μm de largo, de 53 - 76 μm de ancho y tiene 12 estrías en 10 μm . (Lam. 19 Figs. 1 - 4)

Ambiente: Es una especie de ambientes salobres a marinos

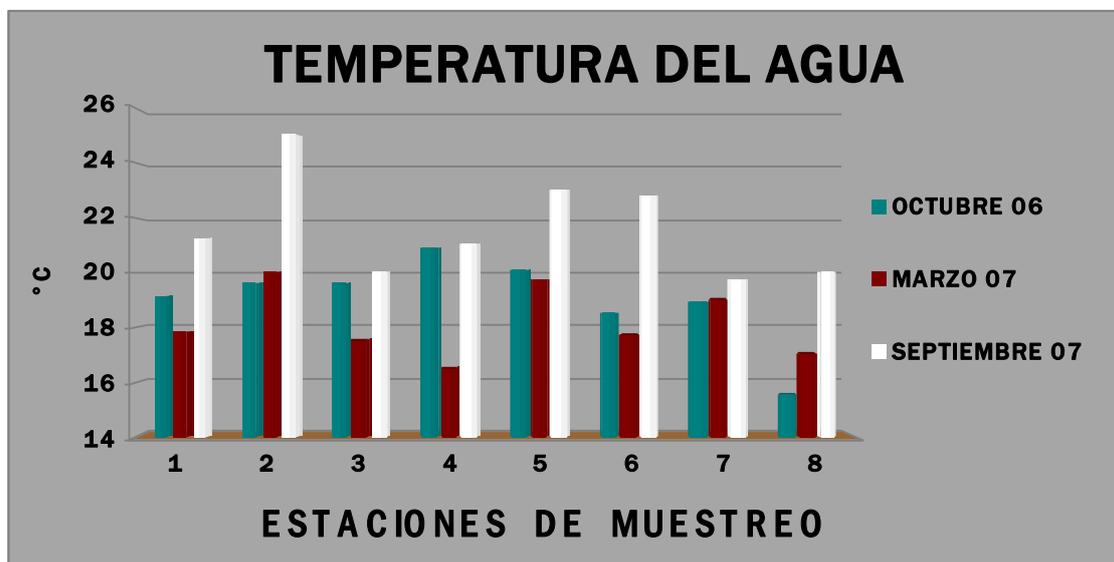
Formas de vida: Epifítica, epilítica y plocon.

2. Analisis y descripción de las variables físicas y químicas.

TEMPERATURA DEL AGUA

Durante el periodo de estudio la temperatura presentó una variación moderada en la zona litoral del lago (Gráfica1); de 16° C en el mes de octubre del 2006 en la estación 8, hasta 25° C en el mes de septiembre del 2007 en la estación 2. Lo anterior influenciado por la hora del día en que se realizó el muestreo y, por la entrada de los mantos freáticos.

En el mes de marzo del 2007, época fría y seca, la temperatura mínima del agua se midió en la estación 4 (17° C) y la máxima en la estación 2 (20° C). En este mes se observó en la zona litoral una disminución considerable del nivel del agua.



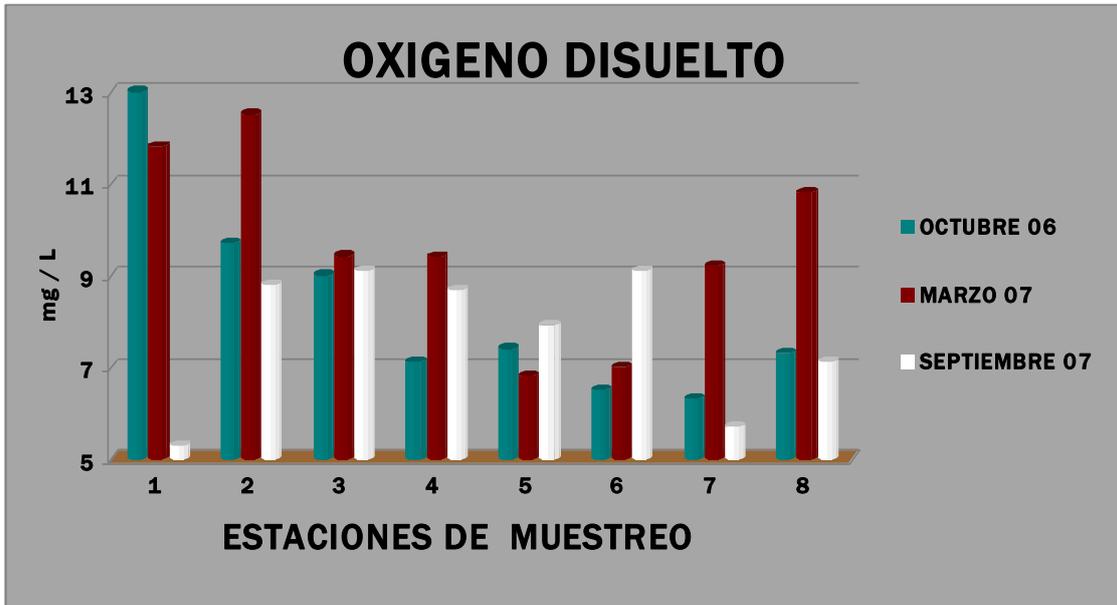
Grafica 1: Valores de la temperatura del agua registrados en los tres muestreos.

OXÍGENO DISUELTO

La concentración de oxígeno en los ambientes acuáticos influye de manera importante en la solubilidad de muchos nutrientes inorgánicos (Wetzel, 1981). Los lagos atalashalinos, como es el caso de Alchichica, presentan una capacidad disminuida para la disolución de gases conforme se incrementa la salinidad. Esta concentración varía con relación a la fotosíntesis de las algas, la descomposición orgánica, la temperatura del agua y la acción del viento (Alcocer, 1995).

Los valores registrados en este estudio fueron de 5 mg/L a 13 mg/L en la estación uno durante el mes de septiembre del 2007 y octubre del 2006, respectivamente (Gráfica 2). Esto puede deberse a que algunas estaciones estaban más expuestas al viento, el cual agita la superficie del agua y favorece la circulación del oxígeno. También influye la hora en la que se toma la muestra ya que en algunos puntos de muestreo hay vegetación acuática, lo que aumenta la actividad fotosintética (Alcocer, 1995)

Lugo (1993), registra para la zona litoral un valor máximo de 14 mg/L; Alcocer *et al.*, (1993), registran el valor máximo de 12.3 mg/L, valores cercanos a los medidos durante este estudio.



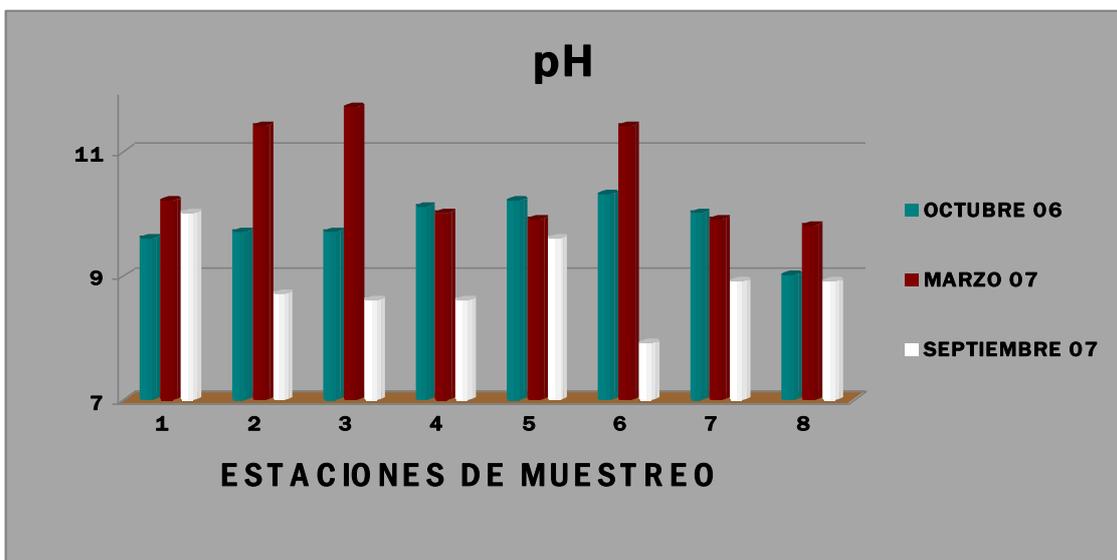
Grafica 2: Valores del oxígeno disuelto registrados en las ocho estaciones durante los tres muestreos.

pH

Durante el periodo de estudio se registró un valor mínimo de 8 en la estación 6 del mes de septiembre del 2007 y el máximo de 12 en la estación 3 del mes de marzo del 2007 (Gráfica 3).

Comparando con otros estudios realizados también en la zona litoral del lago, Ramírez-García *et al.*, (1989), Lugo (1993) y Alcocer *et al.*, (1993), mencionan que el pH se mantuvo con valores de 9 (condiciones alcalinas), mismos que se registraron durante el presente estudio.

El intervalo de los valores medidos en la zona litoral en el mes de marzo del 2007 fueron de 8.9 – 11.7; lo que pudo deberse a que en esta época el nivel del agua disminuyó notablemente por el incremento de evaporación del agua y el aumento en la concentración de sales.



Grafica 3: Valores de pH registrados en las ocho estaciones de muestreo durante los tres muestreos.

CONDUCTIVIDAD

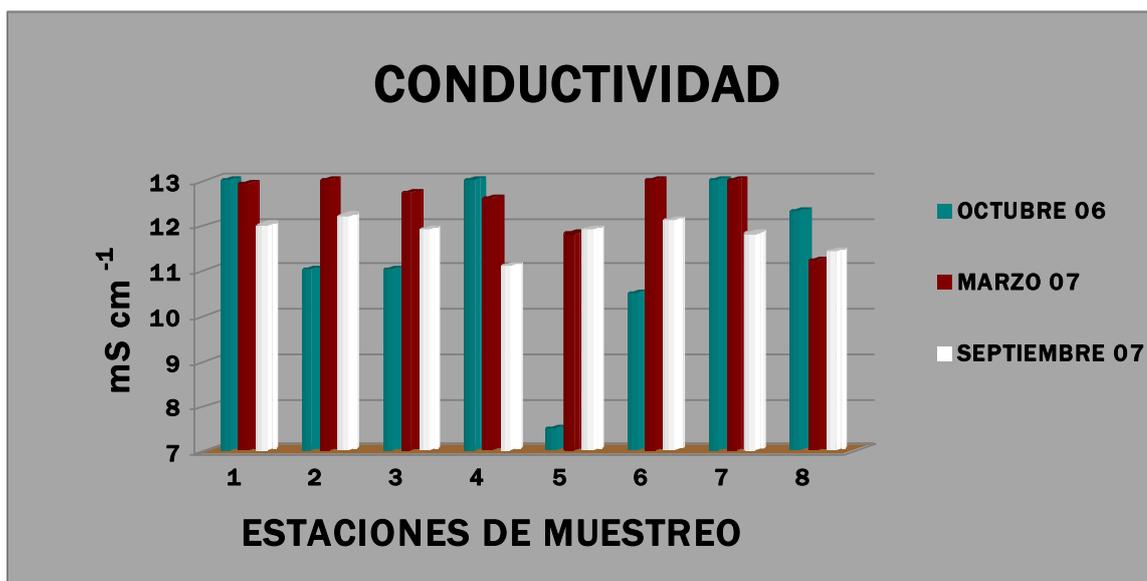
Existen muchas formas de medir la concentración de sólidos disueltos, una de ellas es por medio de la conductividad específica (K_{25}). El valor mínimo registrado en este estudio fue de 8 mS cm^{-1} en la estación cinco del muestreo de octubre del 2006 y el máximo de 13 mS cm^{-1} en las estaciones 1, 2, 6 y 7 en el muestreo de marzo del 2007.

Se puede considerar que la conductividad se mantuvo constante con ligeros cambios, principalmente en el mes de octubre del 2006, cuando se registró el valor más bajo, lo cual probablemente fue causado por la dilución del agua del lago debido a la época de lluvias; mientras que en marzo del 2007 se registró una disminución en el nivel del agua, dando lugar al aumento de concentración de sales en el agua del lago.

Hammer *et al.* (1990) clasifican a los lagos salinos de acuerdo a su concentración de sales, considerando como hiposalinos a los que presentan valores > 3 y $< 20 \text{ g l}^{-1}$, intervalo en el cual se encuentra la salinidad del lago Alchichica ($8.3 - 9 \text{ g l}^{-1}$) (Lugo, 2000).

El agua del Lago Alchichica se puede clasificar como alcalina, con alta concentración del ión bicarbonato lo que favoreció el pH alcalino. Por lo general, en aguas continentales la alcalinidad es debida al calcio, catión que fija el carbonato y bicarbonato, pero en lagos salinos con alta concentración de sodio, el calcio es rápidamente precipitado y entonces la alcalinidad es debida al sodio (Margalef, 1983); este mismo autor comenta que cuando entra agua rica en bicarbonato de calcio en un lago salino, ocurre una precipitación en forma de concreciones calcáreas de márgenes agudos, que al irse depositando capa tras capa forma torres o columnas. Este fenómeno se puede observar en el Lago Alchichica, en donde a escasos metros de la zona litoral se forman pequeñas islas de estas precipitaciones, denominadas tufas (Margalef, 1983; Tavera & Komárek, 1996). Otra forma de clasificar a los lagos es por medio de la concentración de cloruro, cuando es mayor que la de los carbonatos y de los sulfatos se les llama athalosalinos, como ocurre en el Lago Alchichica, en donde hay una menor importancia relativa de bicarbonato y calcio. Esto debido a que el bicarbonato está favorecido en la disolución por el pH y el calcio se encuentra precipitado (Margalef, 1983, Alcocer & Escobar, 1993).

Margalef (1983), Hutchinson (1957) y Wetzel (1981) mencionan que las hidrófitas sumergidas, generalmente toman el carbono a través del CO_2 , pero en lagos donde la concentración de este es muy baja, sólo las hidrófitas facultativas se desarrollan, ya que pueden tomar carbonato tanto del CO_2 como del HCO_3^- , como ocurre con *Ruppia maritima*, que se registró en 6 estaciones de muestreo de nuestro estudio, ya que también tienen una amplia tolerancia tanto a las condiciones climáticas como a las físico-químicas del agua y del sedimento.



Gráfica 4: Valores registrados de la conductividad a través de las ocho estaciones en los tres muestreos

3. Distribución espacio temporal de las especies.

En las tablas 2 - 4, se muestra el porcentaje de presencia-ausencia y la abundancia relativa de las especies de cada muestreo en las ocho estaciones durante el periodo de estudio.

Tomando en cuenta las estaciones de muestreo, en octubre del 2006 (tabla 2) se encontraron 16 especies constantes, 11 frecuentes, 2 escasas y 2 raras; en marzo del 2007 (tabla 3) se registraron 21 especies constantes, 9 frecuentes, 5 escasas y 5 raras, y en septiembre del 2007 (tabla 4) se registraron 24 especies constantes, 11 frecuentes, 4 escasas y 6 raras. Se observó que la riqueza de especies aumentó en cada muestreo. A pesar de que en marzo del 2007 el nivel de agua disminuyó notablemente, el número de especies fue mayor que en octubre del 2006 y similar al de septiembre del 2007.

La tabla 5 indica la abundancia relativa de las especies en cada muestreo, de acuerdo a esto *Amphora veneta*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Gomphoneis olivaceum*, *Mastogloia elliptica*, *Hippodonta* sp., *Diploneis pseudovalis*, *Navicymbula pusilla* y *Rhopalodia gibberula*, fueron especies constantes (> al 75% de presencia) durante los tres muestreos realizados. Estas comparten como característica principal que se desarrollan en ambientes salinos y altamente mineralizados (Hartley, 1996; Krammer, 2002; Novelo *et al.*, 2007); muy pocas veces se registran en ambientes dulceacuícolas. En Alchichica se desarrollaron de manera óptima, por ser un lago hiposalino y mineralizado.

Anomeoneis sphaerophora, *Amphora libyca*, *Campylodiscus clypeus*, *Cyclotella alchichicana*, *Cymbella cistula*, *Denticula* sp., *Entomoneis alata*, *Mastogloia smithii*, *Nitzschia communis*, *Nitzschia gracilis* y *Nitzschia vitrea*, oscilaron entre especies constantes a frecuentes (50 al 75% de presencia). La especie que sólo se registro en el tercer muestreo, con una abundancia relativa importante; fue *Cyclotella meneghiniana* que se observó en todas las estaciones de muestreo y en las que hubo un ligero aumento en la conductividad (10.4 – 11.3 mS cm⁻¹). *Epithemia sorex* y *Nitzschia gracilis* se registraron como especies frecuentes; las dos son consideradas cosmopolitas, prefieren aguas ricas en calcio, indiferentes a la salinidad y un pH de 8.3 a 8.5. El lago Alchichica presenta estas características que coinciden con los autores consultados (Germain, 1981; Novelo, 1998 ; Novelo *et al.*, 2007).

Anomoeoneis costata, *Cyclotella choctawhatcheeana*, *Gyrosigma acuminatum* y *Nitzschia recta*; fueron especies escasas (25 – 49% de presencia), son cosmopolitas, pueden encontrarse en la zona limnética formando parte del fitoplancton o pueden crecer en diferentes tipos de sustratos (Novelo *et al.*, 2007, Oliva *et al.*, 2008 & Cocquyt, 1998). Su presencia en la zona litoral del Lago Alchichica puede deberse a las corrientes de agua, al viento o a las aves, las cuales arrastran a los organismos desde la zona limnética hacia el litoral del Lago.

Achnanthes exigua y *Caloneis westii* fueron especies raras (12 – 25% de presencia). *Achnanthes exigua* se presentó en el tercer muestreo (septiembre del 2007), es una especie que forma parte del perifiton (alrededor de macrofitas) (Novelo *et al.*, 2007), en el lago Alchichica sólo se encontró alrededor de *Chara canescens* presente solamente en este muestreo. *Caloneis westii* generalmente se encuentra formando parte del fitoplancton; aunque Krammer & Lange-Bertalot, (1986) la han mencionado como epipsámica, epipélica y de ambientes salinos; en este estudio se encontraron pocos frústulos en sustratos rocosos.

Tabla 2: Especies registradas en octubre 06 en el lago Alchichica, Puebla. Ef: epifítica el: epilítica p: plocon, (%) porcentaje de aparición CI clasificación de presencia y ausencia (C=constantes F=frecuentes E=escasas R=raras).

ESPECIES	ESTACIONES DE MUESTREO												CI	
	1	2	3	4	5	6	7	8	(%)	CI				
	Ef	Ef	el	p	Ef	el	el	p	Ef	el	p	el	(%)	CI
<i>Anomeoneis sphaeroforma</i>		x	x		x	x				x		x	62.5	F
<i>Amphora veneta</i>	x	x	x	x	x	x		x	x		x		87.5	C
<i>Amphora libyca</i>			x			x	x					x	50	F
<i>Amphora pediculus</i>											x		12.5	R
<i>Campylodiscus clypeus</i>		x	x	x	x	x	x						62.5	F
<i>Cocconeis placentula var. lineata</i>	x			x	x	x	x		x			x	75	C
<i>Cyclotella alchichicana</i>	x	x	x		x	x			x			x	75	C
<i>Cymbella mexicana</i>			x	x	x	x	x		x			x	75	C
<i>Cymbella cistula</i>			x	x	x	x	x		x			x	75	C
<i>Denticula sp.</i>	x		x			x						x	50	F
<i>Diploneis pseudovalis</i>	x		x		x	x			x			x	62.5	F
<i>Entomoneis alata</i>	x	x	x		x	x	x		x	x		x	87.5	C
<i>Epithemia túrgida</i>	x		x	x	x	x	x		x			x	87.5	C
<i>Gomphoneis olivaceum</i>	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	100	C
<i>Gyrosigma acuminatum</i>		x	x	x			x					x	62.5	F
<i>Hippodonta sp.</i>		x	x	x	x	x	x			x	x	x	87.5	C
<i>Mastogloia smithii</i>		x			x	x	x		x	x	x	x	62.5	F
<i>Mastogloia elliptica</i>	x			x	x	x	x		x	x	x	x	75	C
<i>Nanofrustulum shiloi</i>					x	x			x	x	x	x	37.5	E
<i>Navicula radiosa</i>	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		87.5	C
<i>Navicula cryptocephala</i>		x	x		x	x	x	x	x			x	75	C
<i>Navicymbula pusilla</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100	C
<i>Nitzschia vitrea</i>		x	x	x		x			x	x			50	F
<i>Nitzschia communis</i>	x	x			x	x	x						50	F
<i>Nitzschia frustulum</i>	x	x	x		x		x						62.5	F
<i>Pinnularia brebissonii</i>		x	x										25	R
<i>Pinnularia sp.</i>		x	x		x		x			x		x	75	C
<i>Rhopalodia gibberula</i>	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	87.5	C
<i>Stephanodiscus niagarae</i>	x	x		x		x	x	x	x		x	x	87.5	C
<i>Surirella ovalis</i>					x	x	x			x			62.5	F
<i>Surirella striatula</i>	x	x	x		x	x			x	x	x	x	37.5	E

Tabla 3: Especies registradas en marzo 07 en el lago Alchichica, Puebla. **Ef:** epifítica **el:** epilítica **p:** plocon
(%) porcentaje de aparición **CI** clasificación de la presencia y ausencia (C= constantes F=frecuentes E= escasas R=raras).

ESPECIES	ESTACIONES DE MUESTREO								CI	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	Ef	Ef	el	el	el	Ef p	p	el		
<i>Achnanthes</i> sp.					x	x x	x	x	50	F
<i>Anomeoneis sphaeroformis</i>	x	x	x	x	x	x x	x	x	100	C
<i>Anomeoneis costata</i>		x		x	x				37.5	E
<i>Amphora veneta</i>	x	x	x	x	x		x x	x	100	C
<i>Amphora libyca</i>	x		x	x	x	x x	x	x	87.5	C
<i>Amphora pediculus</i>				x	x	x x	x	x	62.5	F
<i>Campylodiscus clypeus</i>	x	x			x	x x	x		62.5	F
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	x	x	x	x	x	x x	x	x	100	C
<i>Craticula cuspidata</i>						x x			12.5	R
<i>Cyclotella alchichicna</i>	x			x	x	x x	x	x	75	C
<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i>	x		x					x	37.5	E
<i>Cymbella mexicana</i>	x						x x		37.5	E
<i>Cymbella cistula</i>			x	x	x		x x	x	75	C
<i>Denticula</i> sp.				x	x	x x		x	50	F
<i>Diploneis pseudovalis</i>	x		x	x	x	x x	x	x	87.5	C
<i>Entomoneis alata</i>	x	x	x	x	x		x x		87.5	C
<i>Epithemia argus</i>	x	x	x	x	x	x x	x	x	100	C
<i>Epithemia turgida</i>						x x	x	x	37.5	E
<i>Gomphoneis olivaceum</i>	x	x	x	x	x		x x	x	100	C
<i>Gomphonema clavatum</i>	x	x	x	x	x	x x		x	87.5	C
<i>Gomphonema</i> sp.1	x								12.5	R
<i>Gomphonema</i> sp.2					x				12.5	R
<i>Mastogloia smilhii</i>	x	x	x	x	x	x x	x	x	100	C
<i>Mastogloia elliptica</i>	x	x	x	x		x x	x	x	87.5	C
<i>Nanofrustulum shiloi</i>				x		x		x	50	F
<i>Navicula cryptocephala</i>	x	x	x	x	x	x x	x	x	100	C
<i>Navicula radiosa</i>				x			x		25	E
<i>Navicymbula pusilla</i>	x	x	x	x	x	x x	x	x	100	C
<i>Nitzschia vitrea</i>				x		x x	x	x	62.5	F
<i>Nitzschia communis</i>		x		x	x	x x	x	x	75	C
<i>Nitzschia frustulum</i>	x	x	x	x		x x	x	x	100	C
<i>Pinnularia brebissonii</i>				x		x			25	R
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>						x x			12.5	R

Tabla 3: Continuación

ESPECIES	ESTACIONES DE MUESTREO								CI	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	Ef	Ef	el	el	el	Ef p	p	el	(%)	
<i>Rhopalodia gibberula</i>	x	x	x	x	x	x x	x		87.5	C
<i>Stauroneis</i> sp.				x	x	x x	x	x	62.5	F
<i>Stephanodiscus niagarae</i>	x		x	x	x	x x	x	x	87.5	C
<i>Surirella striatula</i>	x		x	x	x	x x	x	x	87.5	F
<i>Surirella ovalis</i>	x			x		x x	x		50	F

Tabla 4: Especies registradas en septiembre 07 en el lago Alchichica, Puebla. Ef: epifítica el: epilítica p: plocon (%) porcentaje de aparición, CI clasificación de presencia y ausencia (C=constantes F=frecuentes E=escasas R=raras).

ESPECIES	ESTACIONES DE MUESTREO											CI						
	1		2		3		4		5		6		7		8		CI	
	Ef	p	Ef	el	p	Ef	el	el	Ef	Ef	el		(%)	CI				
<i>Achnanthes</i> sp.	x	x			x	x	x	x	x			75	C					
<i>Achnanthes exigua</i>			x									12.5	R					
<i>Anomeoneis sphaeroforma</i>	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	87.5	C					
<i>Amphora veneta</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x			87.5	C					
<i>Amphora libyca</i>	x	x			x			x	x	x	x	62.2	F					
<i>Amphora pediculus</i>	x	x		x	x			x	x			62.5	F					
<i>Caloneis westii</i>									x			12.5	R					
<i>Campylodiscus clypeus</i>	x	x	x		x	x			x	x	x	75	C					
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	87.5	C					
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>					x		x			x		37.5	E					
<i>Craticula cuspidata</i>		x	x	x				x	x			62.5	F					
<i>Cyclotella alchichicana</i>	x	x	x	x				x	x	x	x	75	F					
<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i>								x	x	x		37.5	E					
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	87.5	C					
<i>Cymbella mexicana</i>				x	x			x	x	x		50	F					
<i>Cymbella cistula</i>		x		x	x	x	x	x				62.5	F					
<i>Denticula</i> sp.		x	x		x	x	x	x	x		x	75	C					
<i>Diploneis pseudovalis</i>	x	x		x	x			x	x		x	75	C					
<i>Entomoneis alata</i>	x	x		x	x			x	x	x		62.5	F					
<i>Epithemia argus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100	C					
<i>Epithemia turgida</i>	x	x		x	x			x	x	x	x	75	C					
<i>Epithemia sorex</i>						x	x	x	x		x	50	F					
<i>Gomphoneis olivaceum</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	x		87.5	C					
<i>Gomphoneis</i> sp.1			x			x						25	E					
<i>Gomphoneis</i> sp.2									x			12.5	R					
<i>Gomphonema clavatum</i>		x		x	x		x	x	x		x	87.5	C					
<i>Gomphonema</i> sp.			x									12.5	R					
<i>Mastogloia smithii</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100	C					
<i>Mastogloia elliptica</i>	x	x	x	x	x			x	x	x	x	87.5	C					
<i>Nanofrustulum shiloi</i>								x	x			12.5	R					
<i>Navicula cryptocephala</i>	x	x	x	x	x	x			x			75	C					

ESTACIONES DE MUESTREO

ESPECIES	1		2		3		4		5		6		7		8		CI
	Ef	p	Ef	el	p	Ef	el	el	Ef	Ef	el	(%)					
	<i>Navicymbula pusilla</i>	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x				87.5	
<i>Nitzschia communis</i>	x	x	x	x	x				x	x					75	C	
<i>Nitzschia gracilis</i>	x			x	x	x	x			x					62.5	F	
<i>Nitzschia recta</i>			x												12.5	E	
<i>Nitzschia vitrea</i>	x	x	x	x	x				x	x			x		87.5	C	
<i>Pinnularia brebissonii</i>		x			x		x	x	x	x	x	x	x		75	C	
<i>Pinnularia sp.</i>		x	x		x					x			x		62.5	F	
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x		87.5	C	
<i>Rhopalodia gibberula</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		100	C	
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>		x	x	x	x				x	x			x		87.5	C	
<i>Stephanodiscus niagarae</i>									x						12.5	R	
<i>Surirella striatula</i>	x	x	x		x	x			x	x	x	x	x		87.5	C	
<i>Surirella ovalis</i>	x	x			x	x			x	x	x				75	C	

Tabla 4 : Continuación

Tabla 5. Abundancia relativa de las especies en cada muestreo (C=constante F=frecuente E=escasa R=rara)

ESPECIES	MUESTREOS		
	1	2	3
1. <i>Achnanthes exigua</i>	-	-	R
2. <i>Achnanthes sp.</i>	-	F	C
3. <i>Anomeoneis sphaerofoora</i>	F	C	C
4. <i>Anomeoneis costata</i>	-	E	-
5. <i>Amphora libyca</i>	F	C	F
6. <i>Amphora pediculus</i>	R	F	F
7. <i>Amphora veneta</i>	C	C	C
8. <i>Caloneis westii</i>	-	-	R
9. <i>Campylodiscus clypeus</i>	F	F	C
10. <i>Cocconeis placentula var. lineata</i>	C	C	C
11. <i>Cocconeis placentula var. euglypta</i>	-	-	E
12. <i>Craticula cuspidata</i>	-	R	F
13. <i>Cyclotella alchichicana</i>	C	F	C
14. <i>Cyclotella choctawhatcheeana</i>	-	E	-
15. <i>Cyclotella meneghiniana</i>	-	-	C
16. <i>Cymbella mexicana</i>	C	F	E
17. <i>Cymbella cistula</i>	C	C	F
18. <i>Denticula sp.</i>	F	F	C
19. <i>Diploneis pseudovalis</i>	F	C	C
20. <i>Entomoneis alata</i>	C	C	F
21. <i>Epithemia argus</i>	-	C	C
22. <i>Epithemia turgida</i>	C	E	C
23. <i>Epithemia sorex</i>	-	-	F
24. <i>Gomphoneis olivaceum</i>	C	C	C
25. <i>Gomphoneis sp.1</i>	-	-	E
26. <i>Gomphoneis sp.2</i>	-	-	R
27. <i>Gomphonema clavatum</i>	-	C	C
28. <i>Gomphonema sp.</i>	-	-	R
29. <i>Gyrosigma acuminatum</i>	E	-	-
30. <i>Mastogloia elliptica</i>	C	C	C

ESPECIES	MUESTREOS		
	1	2	3
31. <i>Mastogloia smithii</i>	F	C	C
32. <i>Nanofrustulum shiloi</i>	-	F	R
33. <i>Navicula cryptocephala</i>	-	C	C
34. <i>Navicula radiosa</i>	C	E	-
35. <i>Navicymbula pusilla</i>	C	C	C
36. <i>Nitzschia communis</i>	F	C	C
37. <i>Nitzschia frustulum</i>	F	C	C
38. <i>Nitzschia gracilis</i>	-	-	F
39. <i>Nitzschia recta</i>	-	-	E
40. <i>Nitzschia vitrea</i>	F	F	C
41. <i>Pinnularia brebissonii</i>	R	R	C
42. <i>Pinnularia sp.</i>	C	-	F
43. <i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	-	R	F
44. <i>Rhopalodia gibberula</i>	C	C	C
45. <i>Stauroneis phoenisenteron</i>	-	C	C
46. <i>Stephanodiscus niagarae</i>	C	C	R
47. <i>Surirella ovalis</i>	-	F	C
48. <i>Surirella striatula</i>	E	C	C

Tabla 5. Continuación.

De acuerdo con los siguientes autores referidos en Sequeiros, (200), las diatomeas del bentos son notables por su rapidez en la colonización de sustratos ya sean vivos o inertes como los rocosos o los sedimentos, y sus densas proliferaciones junto con las cianobacterias, conforman tapetes mucilaginosos, que estabilizan los sedimentos e impiden la erosión (Grant *et al.*, 1986), a la vez disminuyen la desecación permitiendo la existencia de una mayor diversidad microbiana (Brown *et al.*, 1985). Intervienen de manera importante en la dinámica de los niveles de oxígeno, CO₂ y pH (Wetzel, 1988). Su distribución espacial y temporal determina la forma en que también se distribuyen otros organismos como bacterias, mesofauna y herbívoros diversos.

El papel del microfítobentos en los ecosistemas litorales ha sido menospreciado en términos de su productividad primaria, debido a que la microflora bentónica, queda disponible para el consumo de herbívoros o detritívoros (Cahoon & Cooke, 1992).

Las diatomeas pueden ser directamente consumidas del bentos por una gran cantidad de organismos, desde integrantes de la meiofauna en los sedimentos, moluscos con rádula sobre los sustratos rocosos y peces que las consumen junto con las macrofitas (Nelson & Johnson, 1988).

La relación entre poblaciones de herbívoros y microfítobentos en sedimentos, parece muy estrecha. Es decir, el aporte de materia orgánica viva por parte de las diatomeas cuando son ingeridas, junto con el detritus acumulado en sedimentos es mucho mayor; por lo que las diatomeas bentónicas son el alimento primario (Admiraal, 1984).

En la tabla 6 se observa que el 90% (36) de las especies encontradas estuvieron ampliamente distribuidas en todos los sustratos bentónicos estudiados (epifítico, epilítico y plocon), el 10% (4) de las especies son preferentemente planctónicas; por lo anterior en este estudio son consideradas como ticoplanctónicas, ya que comparten los dos tipos de comunidades en algún periodo de su ciclo de vida.

Algunas especies como *Gomphoneis* sp., *Gomphonema* sp.1, *Gomphonema* sp.2 y *Achnanthes exigua* solo se observaron como epifíticas y *Caloneis westii* como epilítica. Mientras que *Epithemia sorex*, *Nanofrustulum shiloi*, *Pinnularia brebissoni* y *Cyclotella choctawhatcheeana* fueron especies epifíticas y epilíticas; aunque esta última principalmente ha sido registrada como una especie planctónica.

La zona litoral de lago Alchichica juega un papel muy importante en su dinámica, ya que existen una gran variedad de sustratos que sustentan el desarrollo adecuado de las diatomeas, formando microambientes para la vida de otros organismos. Los estudios relacionados con las diatomeas de la zona litoral de los cuerpos de agua aún son muy escasos; por lo que para el lago Alchichica se propone en el futuro identificar las interacciones entre las diatomeas bentónicas, los tipos de sustratos y las otras comunidades bentónicas, así como también, estudios de herbivorismo y dinámica de nutrientes en sedimentos, entre otros.

Tabla 6. Formas de vida de cada una de las especies

ESPECIES	FORMAS DE VIDA		
	Epifíticas	Epilíticas	Plocon
1. <i>Achnanthes exigua</i>	X		
2. <i>Achnanthes</i> sp.	X	X	X
3. <i>Anomeoneis costata</i>	X	X	
4. <i>Anomeoneis sphaerophora</i>	X	X	X
5. <i>Amphora libyca</i>	X	X	X
6. <i>Amphora pediculus</i>	X	X	X
7. <i>Amphora veneta</i>	X	X	X
8. <i>Caloneis westii</i>		X	
9. <i>Campylodiscus clypeus</i>	X	X	X
10. <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	X	X	X
11. <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	X	X	X
12. <i>Craticula cuspidata</i>	X	X	X
13. <i>Cyclotella alchichicana</i>	X	X	X
14. <i>Cyclotella chotawhatcheeana</i>	X	X	
15. <i>Cyclotella menenghiniana</i>	X	X	X
16. <i>Cymbella mexicana</i>	X	X	X
17. <i>Cymbella cistula</i>	X	X	X
18. <i>Denticula</i> sp.	X	X	X
19. <i>Diploneis pseudovalis</i>	X	X	X
20. <i>Entomoneis alata</i>	X	X	X
21. <i>Epithemia argus</i>	X	X	X
22. <i>Epithemia turgida</i>	X	X	X
23. <i>Epithemia sores</i>	X	X	
24. <i>Gomphoneis olivaceum</i>	X	X	X
25. <i>Gomphoneis</i> sp.	X		
26. <i>Gomphonema clavatum</i>	X	X	X
27. <i>Gomphonema</i> sp.1	X		
28. <i>Gomphonema</i> sp.2	X		
29. <i>Gyrosigma acuminatum</i>	X		
30. <i>Mastogloia elliptica</i>	X	X	X
31. <i>Mastogloia smithii</i>	X	X	X
32. <i>Nanofrustulum shiloi</i>	X	X	
33. <i>Navicula cryptocephala</i>	X	X	X

ESPECIES	FORMAS DE VIDA		
	Epifíticas	Epilíticas	Plocon
34. <i>Navicula radiosa</i>	x	x	x
35. <i>Navicymbula pusilla</i>	x	x	x
36. <i>Nitzschia communis</i>	x	x	x
37. <i>Nitzschia frustulum</i>	x	x	x
38. <i>Nitzschia gracilis</i>	x	x	x
39. <i>Nitzschia recta</i>	x	x	x
40. <i>Nitzschia vitrea</i>	x	x	x
41. <i>Pinnularia brebissonii</i>	x	x	
42. <i>Pinnularia</i> sp.	x	x	x
43. <i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	x	x	x
44. <i>Rhopalodia gibberula</i>	x	x	x
45. <i>Stauroneis phoenicenteron</i>	x		x
46. <i>Stephanodiscus niagaare</i>	x	x	x
47. <i>Surirella ovalis</i>	x	x	x
48. <i>Surirella striatula</i>	x	x	x

Tabla 6. Continuación

Alcocer & Williams (1993), mencionan que los lagos salinos son un componente muy importante en prácticamente en todos los estados hay lagos, ríos, manantiales o pozos con elevado contenido de sales. La diversidad específica en este tipo de lagos es menor cuanto se compara con las localidades dulceacuícolas, lo cual esta asociado principalmente con la homogeneidad que presentan. Los organismos acuáticos son capaces de habitar en un amplio intervalo de salinidad, tal es el caso de las comunidades de diatomeas donde existen especies que tienen la característica de tolerar amplios intervalos, desde los que se consideran de agua dulce (< 3 gl⁻¹), hiposalino (3 - 20 gl⁻¹), hipersalino (> 50 gl⁻¹) y marino (promedio de 34 gl⁻¹) (Hammer *et al.*, 1990; Alcocer & Escobar, 1992).

Los productores primarios de las agua athalasoalinas están representados por algas planctónicas, epilíticas y perifíticas. Por sus características de salinidad existen pocas especies que se desarrollan exitosamente en estas aguas, principalmente para el caso del fitoplacnton en el que se observa una marcada disminución en el número de especies en comparación con los lagos dulceacuícolas (Williams *et al.*, 1990). Sin embargo, en la zona litoral de estos ambientes y para el caso del lago cráter Alchichica, se observó la presencia de un importante número de especies en relación con las fitoplacntonicas registradas para este ambiente.

Tabla 7. Comparación de la riqueza de especies de diatomeas bentónicas registrada en algunos lagos de composición química semejante. En Alchichica se anota el número de especies coincidentes del total de referidos.

LAGOS	TIPO DE AMBIENTE	RIQUEZA ESPECIFICA	ALCHICHICA	REFERENCIA
Saronikos Gulf, Grecia	Marino-salobre	81	6	Economou-Amilli, 1980
Valle sparesera, Venecia	salobre	54	5	Tolomio <i>et al.</i> , 1991
La amarga, Argentina	hypersalino	53	10	Maidana & Romero, 1995
Parque central, Turquía	salino	126	14	Kaoru <i>et al.</i> , 1997
Lago Mono, California E.U.	salino	30	7	Herbest & Blinn, 1998
Bahía Marennes-Oleron, Francia	salino	37	8	Haubois <i>et al.</i> , 2005
Bañado de Carilanque, Venezuela	salino	136	9	Peralta & Fuentes, 2005
Humedales de altura de la provincia de Jujuy-Argentina	Dulceacuicola, mixohalina, oligohalina e hiposalina	157	16	Seeligmann <i>et al.</i> , 2008
Nagpur, India	dulceacuicola	92	6	Sarode & Kamat, 1980
Humedales de Jilotepec, Edo. México	dulceacuicola	45	7	Oliva <i>et al.</i> , 2005
Marjal Oliva-Pego, España	dulceacuicola	51	6	Cantoral-Uriza & Sanjurjo, 2008

En la tabla 7 se presenta la comparación de la riqueza de especies de diatomeas bentónicas en diferentes lagos, desde dulceacuícolas, salobres, hiposalinos, salinos y ambientes marinos, con el presente estudio. Considerando las referencias consultadas se observó que la mayoría de las especies identificadas se pueden desarrollar en amplios intervalos de salinidad, desde dulceacuícolas hasta ambientes salinos. *Amphora lybica*, *Anomoeoneis sphaerophora*, *Campylodiscus clypeus*, *Cyclotella choctawhatcheeana*, *Entomoneis alata*, *Mastogloia smithii*, *Nitzschia recta* y *Nitzschia communis*, sólo se registraron en ambientes salinos. Mientras que *Amphora ovalis*, *Epithemia argus*, *Diploneis pseudovalis* y *Sthephanodiscus niagare*; se

caracterizan por ser especies que se desarrollan en ambientes de agua dulce; por lo que en este trabajo se amplia su intervalo de distribución.

CONCLUSIONES

- Se determinaron 41 especies y 8 morfotipos, de diatomeas distribuidas en 25 géneros. A pesar de que el lago Alchichica se caracteriza por tener alta concentración del ion bicarbonato favorecida por el pH alcalino, bien oxigenado y altamente mineralizado se observó que la mayoría de las especies identificadas pueden desarrollarse bien en el lago.
- *Amphora veneta*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Gomphoneis olivaceum*, *Mastogloia elliptica*, *Hippodonta* sp., *Navicymbula pusilla* y *Rhopalodia gibberula* fueron especies constantes, durante los tres muestreos realizados; comparten como característica principal que se encuentran en ambientes salinos y altamente mineralizados; en Alchichica se desarrollaron de manera óptima, por ser un lago hiposalino y mineralizado.
- *Achnantes exigua* y *Caloneis westii* fueron especies raras, *A. exigua*, es una especie que forma parte del perifiton, en este trabajo solo se encontró alrededor de *Chara canences* presente solamente en el tercer muestreo. *C. westii* generalmente es parte del fitoplancton; aunque la han mencionado como epipsámica, epipélica y de ambientes salinos (ticoplancton); en este estudio se registraron pocas células en sustratos rocosos.
- Las diatomeas registradas en la zona litoral de Alchichica, son especies distribuidas ampliamente en los sustratos bentónicos estudiados 10% de las especies son preferentemente planctónicas; por lo que en este estudio son consideradas como ticoplanctónicas ya que comparten los dos tipos de comunidades en algún periodo de su ciclo de vida.
- En la zona litoral del lago crater Alchichica se observó la presencia de un importante número de especies bentónicas en relación con las especies del fitoplacnton registradas para este ambiente.
- *Amphora lybica*, *Anomoeoneis sphaerophora*, *Campylodiscus clypeus*, *Cyclotella choctawhatcheeana*, *Entomoneis alata*, *Mastogloia smithii*, *Nitzschia recta* y *Nitzschia communis*, sólo se registraron en ambientes salinos. Mientras que *Amphora ovalis*, *Epithemia argus*, *Diploneis subovalis* y *Sthephanodiscus niagarae* en general se caracterizan por ser especies que se desarrollan en ambientes de agua dulce; por lo que en este trabajo se amplia su intervalo de distribución.

GLOSARIO

Los conceptos fueron tomados de Ross *et al.*, (1979); Lara-Villa *et al.*, (1996); Moreno *et al.*, (1996); Diaz y Maidana (2005); Navarro (2009) y Oliva *et al.*, (2005).

Alcalífilo. Organismos que se desarrollan entre un pH de 6.3 – 9, mejor desarrollo entre 7.9 – 8.2.

Ápices. Son los extremos o polos de las valvas de las diatomeas; los cuales pueden ser de distintas formas: agudos redondeados, capitados, entre otros.

Área hialina: zona de la valva de las diatomeas sin perforaciones.

Areolas. Perforaciones que forman las estrías. Pueden tener distintas formas, tamaños y ordenarse en serie de 1, 2, 3 ó más hileras para formar una estría. Su cara interna o externa pueden estar parcialmente ocluidas por un velo o velum.

Asimétrica. Es una valva cuyos lados son diferentes el uno del otro.

Alveolo. Cámara elongada dirigida desde el centro de la valva al margen valvar, abierta hacia el interior y cubierta por una capa perforada hacia el exterior.

Área central. Zona media entre las dos fisuras proximales del rafe, no perforada.

Bentónico. Organismos asociados a los diferentes sustratos del fondo de los ambientes acuáticos, pueden estar libres o adheridos por secreciones mucilaginosas, a granos de arena, arcilla, roca, animales algas o plantas acuáticas.

Canales alares. Conexiones entre el interior del frústulo y el canal del rafe.

Canal rafidiano. Conducto silíceo de forma tubular que se comunica con el exterior por medio del rafe y con la cavidad del frústulo a través de pórtulas.

Campos porosos apicales. Áreas especializadas de secreción de mucílago formadas por poros pequeños que se ubican en los extremos de la valva de las diatomeas pennadas.

Cara valvar. Parte plana o un poco convexa del frústulo en la epi e hipoteca.

Carina. Quilla o pliegue sobresaliente de la superficie valvar.

Cíngulo. Parte de la cintura asociado con una de las valvas, consiste del epicíngulo e hipocíngulo.

Conopeo. Capa de sílice lisa adherida cerca del rafe externo y que se extiende sobre la valva hacia el margen valvar.

Cópula. Elemento del cíngulo proximal a la valva, diferente en forma o estructura de los elementos distales. Valvocópula, elemento adyacente a la valva. Llamadas también bandas intercalares, segmentos o bandas.

Costillas. Engrosamiento interno silíceo.

Cribrá o cribrum. Velo perforado por poros en forma regular.

Detritívoros. También llamados saprófagos, obtienen su alimento de detritos o materia orgánica en descomposición. Los detritívoros constituyen una parte importante de los ecosistemas porque contribuyen a la descomposición y al reciclado de los nutrientes.

Eje apical. Eje imaginario que une los ápices valvares, es perpendicular a los ejes pervalvar y transversal.

Eje pervalvar. Eje imaginario que une las dos valvas de un frústulo, es perpendicular a los ejes apical y transversal.

Eje transapical o transversal. Eje imaginario que une los márgenes de una valva, es perpendicular al eje apical y pervalvar.

Epifíticas. Adheridas a un sustrato vegetal.

Epilíticas. Adheridas a un sustrato rocoso.

Epipélicas. Viven sobre o entre sedimentos de un cuerpo de agua.

Epipsámicas. Adheridas a granos de arena.

Epiteca. Conjunto formado por la valva de origen materno y el cíngulo generalmente de mayor tamaño de la otra que es la hipoteca, comprende la epivalva y epicíngulo.

Espínula. Espinas muy pequeñas de apariencia muy fina.

Estauro. Engrosamiento interno de la superficie valvar en el área del nódulo central con evidente interrupción de las estrías.

Esternón. Costilla silícea a partir de la cual comienza a formarse la valva en las diatomeas pennadas. En las diatomeas sin rafe se observa como un área hialina, lineal, lanceolada o rómbica, libre de estrías.

Estigma. En diatomeas Pennadas, poro de la pared silícea con la parte interna cubierta por una membrana elaborada, cerca del nódulo central.

Estrías. Son estructuras lineales de la pared celular formadas por perforaciones alineadas; pueden ser poroides, areolas o alveolos.

Extremos proximales del rafe. Terminación de las fisuras del rafe en el nódulo central.

Extremos distales del rafe. Terminación de las fisuras del rafe en los nódulos terminales.

Eurohalobio. Organismos que solo se desarrollan en ambientes salinos.

Fíbulas. Estructuras silíceas que forman un puente que une internamente los lados del canal del rafe. Se le llamaba punto carenal o punto de la quilla

Fisuras. Continuación de la fisura del rafe a través de los nódulos, pero no penetra a la pared valvar. Pueden ser fisuras terminales, apicales o centrales. Externa o interna.

Foramen. Pequeña abertura, orificio o perforación, que abre un septo separando dos canales.

Frústulo. Esta formado por dos mitades o valvas, llamadas epiteca e hipoteca.

Giba. Protuberancia en forma de joroba.

Halófila. Término que se les da a los organismos que viven en ambientes con alto contenido de sales.

Helictoglosa. Estructuras silíceas que se proyecta interiormente de la fisura terminal del rafe.

Heteropolar. Valva con polos diferentes.

Heterovalvar. La epivalva es distinta a la hipovalva.

Hipoteca. Conjunto formado por la valva pequeña resultado de la división con su cíngulo correspondiente, generalmente de menor tamaño que la epiteca.

Isopolar. Valva con polos iguales.

Isovalvar. Frústulo con ambas valvas iguales.

Lado dorsal. Lado convexo en una diatomea asimétrica respecto al eje apical.

Manto valvar. Porción terminal de la valva diferenciada por una pendiente y conectada al cíngulo.

Meiofauna. Está compuesta por los pequeños animales que habitan entre los granos de arena y en los fangos. Se trata de pequeños invertebrados, que no superan 1 mm en la mayoría de los casos, y pueden llegar a medir 45 μm . Está formada principalmente por especies de: protozoos, poliquetos, ácaros, tardígrados, quinorrincos, etc.

Mixohalinos. Ambiente acuático salobre cuya característica es tener 1 – 2 a 10 gCl.l⁻¹ de agua.

Monorafídea. Diatomea con rafe solo en una de las valvas.

Nódulo central. Zona que separa las dos fisuras que constituyen el rafe.

Nódulo terminal. Zona situada en los extremos distales del rafe, en los polos de la valva.

Ocelo. Placa de sílice con pequeñas perforaciones llamadas porellis, rodeada por un borde grueso y liso.

Oligohalobia. Ambiente acuático salobre cuya característica es tener 0.1 a 1 - 2 g Cl.l⁻¹ en agua.

Partecta o partectum. Cámara asociada con la valvocópula especializada en el género *Mastogloia*. Puede tener perforaciones: puntos oculares o partectales.

Planctónica. Diatomea que vive suspendida en la columna de agua.

Poros. Abertura pequeña redonda, por lo general en la cámara de la pared, cubiertas por una membrana o cribra.

Poroide. Se utiliza esta denominación cuando no se ha observado estructura de una perforación con MEB y por lo tanto no se sabe si es una areola.

Pseudorafe o sternón. Área hialina longitudinal, que es más o menos central e interrumpe la perforaciones de la valva.

Procesos labiados o rimopórtulas. Tubo o una simple abertura a través de la valva. Puede tener o no una extensión exterior, abriendo al interior por una proyección rodeada por dos labios, con pedúnculo o sésiles.

Procesos reforzados o fultopórtulas. Tubo delgado que perfora la pared valvar, rodeado en la base por varios poros satélite.

Quilla. Parte superior de la elevación valvar que lleva el rafe.

Rafe. Hendidura longitudinal de la valva, generalmente coincide con el eje apical, que comunica la cavidad del frústulo con el exterior, su ubicación es mediana o marginal, en algunos grupos forma parte de un canal rafidiano.

Rota. Velo con una barra en el centro separando dos áreas.

Rostrado. Terminación o extensión en forma de pico.

Septo. Lámina silíceas que se proyecta en el plano valvar, desde el interior de la valvocópula o de todas las cópulas.

Subcapitado. Término que indica una terminación ligeramente en forma de cabeza.

Ticoplancton. (tycho = oportunista). Organismos que, ocasionalmente, son llevados hacia el plancton o hacia el bentos, por factores del azar, como la turbulencia. Plancton accidental.

Valva. Cada una de las placas silíceas más o menos planas y perforadas que junto con el cíngulo, constituyen el frústulo de las diatomeas.

Valvocópula. Cópula adherida a cada valva.

Vista cingular. Es aquella que muestra el cíngulo del frústulo.

Vista externa. Cuando la parte visible es la superficie valvar.

Vista interna. Cuando las valvas se separan, la superficie interna de ellas puede ser observada.

Vista valvar. Es la que muestra solo una de las dos valvas de un frústulo, la otra no se ve por que esta debajo.

Velo o velum. Lámina delgada de sílice, perforada, que cierra o tapa una areola. Existen tres tipos: cribra o cribrum, rota y vola.

Vola. Velo más complejo, formado por una red de varias barras silíceas que se proyecta del borde hacia el centro.

REFERENCIAS

- Adame, V. M. F., 2004. *Fracciones de la talla de Fitoplancton en un ecosistema Limnético tropical en el lago de Alchichica, Puebla*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 170pp.
- Alcocer, J. & E. Escobar. 1992. La producción primaria en aguas Athalasohalinas. *Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 43:101 – 108
- Alcocer, J. & W. D., Williams. 1993. Lagos salinos Mexicanos. In Biodiversidad Marina y costera de México. S. I. Salazar Vallejo & N. González (eds.) Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México. 849 – 865.
- Alcocer, J., 1995. Análisis holístico de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos litorales de los seis lagos cráter con un gradiente de salinidad. Tesis de Doctorado en Biología facultad de Ciencias, UNAM. México. 106pp.
- Alcocer, J., A. Lugo, E., Escobar, M. R., Sánchez & G. Vilaclara. 2000. Water column stratification and its implications in the tropical warm monomictic lake Alchichica, Puebla, México. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27:1-4.
- Alcocer, J. & U.T. Hammer. 1998. Saline lake ecosystems of Mexico. *Aquat. Ecosys. Health Manag.* 1:291-315.
- Arrendondo, F. J. L., E. L. Borrego, D. R. M. Castillo, y L. M. A. Valladolid. 1983. Batimetría y morfometría de los lagos “maars” de la Cuenca Oriental, Puebla México. *Biótica*. 8(1):37-47.
- Arredondo, L., O. Vera, & A. Ortiz, 1984. Análisis de componentes principales y cúmulos, de datos limnológicos, en el lago de Alchichica, Puebla. *Biótica* 9(1):23-39.
- Arredondo-Figueroa, J.L. 2000. Los Axalapascos de la Cuenca de Oriental, Puebla. En: De la Lanza, E.G. & J.L., García-Calderón (Compiladores). Lagos y Presas de México. AGT Editor.S.A. p. 81-105.
- Atlas Nacional de México. 1990. Naturaleza. Instituto de Geografía, UNAM, México. Vol. II.
- Benson, E. C., R. S. Rushforth, 1975. *The algal flora of Huntington Canyon Utah, U.S.A.* J. Cramer, Alemania, 144 pp.
- Bold, H.C. & M.J. Wynne, 1978. *Introduction to the Algae. Structure and reproduction*. Prentice, Hall INC. Jersey. 706 pp.
- Bourrelly, P. 1968. *Les Algues d'eau douce. Initiation à la Systematique*. Éditions N. Boubée & Cie. Paris. p. 241 – 399.
- Brandon, R., E. Maruska, & T. Rumph, 1981. A new species of neotenic *Ambystoma* (Amphibia, Caudata) endemic to Laguna Alchichica, Puebla, México. *Bull. Southern California Acad. Sci.* 80(3):491-501.
- Braun-Blanquet, J., 1979. Fitosociología. *Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume Ediciones. Madrid. p 47-76.
- Bruder, K. & L. K. Medlin. 2008. Morphological and molecular investigations of naviculoid diatoms II. Selected genera and families. *Diatom Research*. 2(23) 283 – 329.
- Bulent, S. y S. Feray. 2006. A studio on the algae is Fish Pons and their Seasonal Varations. *International Journal of Sciencie yTegnology* 1(1) 25 – 33.
- Caballero, M., G. Vilaclara, A. Rodríguez, & D. Juárez, 2003. Short-tem climatic chage sediments from lake Alchichica, Oriental, México. *Instituto de Geofísica*. 42(3)525-537.
- Cantoral Uriza, E. 1997. *Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes lóticos en la cuenca baja de la Huasteca Potosina* . 2001 pp. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México.
- Cantoral-Uriza, A. E., J. Carmona-Jiménez & G. Montejano. 1997. Diatoms of calcareous tropical springs in the central region of México. *Cryptogamie Algologie*. 18 (1): 19-46.
- Cantoral-Uriza, A. E. & S. M. Aboal. 2008. Diatomeas (Bacillariophyceae) del marjal Oliva-Pego (Comunidad Valencia España). *Anales del Jardin Botanico de Madrid*. 65(1):111-128.
- Carmona, J.J., M. A. M. Hernández & M. V. Ramírez. 2004. *ALGAS Glosario Ilustrado*. Facultad de Ciencias, UNAM: 32pp.

- Carvalho, L.R., E. J. Cox, S. C. Fritz, S. Juggins, P. A. Sims, F. Gasse & R. W. Barrarbee. 1995. Standardizing the taxonomy of saline Lake *Cyclotella* spp. *Diatom Research* 10(2):229 – 240.
- Carvalho, R. L., A. P. Sims, W. R. Battarbee, J. E. Cox & S. Juggins. *Campylodiscus clypeus* (Ehrenb.) Ehrenb. In *Island Saline lakes. Fact. 50 IV.11* 471-483.
- Cox, E. J. 1997. *Identification of freshwater Diatoms from live material*. Chapman y Hall. pp.1-8.
- Cocquyt, C. 1998. *Bibliotheca Diatomologica. Diatoms from the Northern Basin of Lake Tanganyika*. J. Cramer. Berlin. Stuttgart. 274pp.
- De Buen, F. 1945. Investigaciones sobre la ictiología mexicana. I Atherinidae de aguas continentales de México. *An Inst. Biol. Univ. Nal. Auton., México*.16:475-532.
- De la Lanza, E. G. & C. J. L. García. 2002. *Lagos y presas de México*. AGT editor. México D.F. p.p. 5-11, 24-29, 80-105.
- Díaz, P. C. & N. I. Maidana. 2005. *Diatomeas de los salobres Atacama y Punta negra II Región, Chile*. Centro de Ecología Aplicada y Escondida. Santiago-Chile. 148 p.
- Economou-Amilli, A. 1980. Marine Diatoms from Greece I. Diatoms from the Saronikos Gulf. *Nova Hedwigia* 32:63-104.
- Fa, J. & L.M. Morales. 1993. Mammals of Mexico: prioritizing diversity. In: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot Y J. Fa (Eds). *Biological Diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press. New York. pp. 319-361.
- Ferrusquia-Villafranca, I., 1993. Geology of the México: A sinopsis pp. 3-13 In: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds). *Biological Diversity of México: origins and distribution*. Oxford University Press. New York.
- Fritz, S.C. 1990. Twentieth-century salinity and water-level fluctuations in Devils Lake, North Dakota: Test of a diatom-based transfer function. *Limnology and Oceanography* 35 (8):1771-1781.
- García-Rodríguez, J. & R. S. Tavera. 1998. Fitoplancton del lago Zempoala. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 63:85-100.
- Garzón, A.1990. *Caracterización saprotrófica de los lagos cráter de la región de los Llanos, Puebla*. Tesis de licenciatura en Biología. ENEP-Iztacala, ANAM, México. 102p.
- Gasca, A. 1981. *Algunas notas de la génesis de los lagos cráter de la Cuenca de Oriental Puebla, Tlaxcala y Veracruz*. Inst. Nal. Antropol. Hist. Departamento de Prehistoria. México, 55pp. (Colección Científica Prehispánica No. 98)
- Gasse, F. 1980. Les Diatomées Lacustres Plio-Pliostocènes du Gadeb (Éthiopie) Systématique, Paéocologie, Biostratigraphie. *Algologique. Mèmoire hors* 3:161.
- Gasse, F. 1986. *East African diatoms. Taxonomy, ecological distribution*. Bobliotheca Diatomologica. J. Carmmer. Berlin – Stuttgart. 201p.
- Germain, H. 1981. Flore des Diatomées, Diatomophycées eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaïn et des contrées voisines d'Europe occidentale. Colleccion Faunes et Flores actuelles. Sosiété Nouvelle des Édition Boubée. Paris. 444 p.
- Goldsborough, G. & G.G.S. Robinson. 1996. *Pattern in wetlands*. Algal ecology. Freshwater benthic ecosystems. p.p. 77-177. In: Ramamoorthy, T P., .R. Bye, A. Lot Y J. Fa (Eds). *Biological Diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press. New York.
- Håkansson, H. & S. Loker, 1981. *Stephanodiscus* Ehrenberg 1846, a evision of the species described by Ehrenberg. *Nowa Hedwigia* 35:117- 149.
- Håkansson, H. 2002. A complilation and evaluation of especies in the general *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* and *Cyclotella* with a new genus in the family Stephanodiscaceae. *Diatom Research* 17(1): 1-39.
- Hammer. U. T., J. S. Sheard & J. Kranabetter. 1990. Distribution and abundance of litoral benthic fauna in Canadian prairie salines lakes *Hydrobiologia* 197:173-192.
- Hasle, G. & G. Fryxell. 1970. Diatoms: Cleaning and mouting for light and electron microscopy. *Transactions of the American Microscopical Society*, 89(4) : 469-474.

- Hartley, B., Edited by Sims, A.P. 1996. *An Atlas of British Diatoms*. Biopress Lid. . Great Britain. Pag. 601 pp.
- Haubois, A. G. F. Sylvestre, J. M. Guarini, P. R. & G. F. Blanchard. 2005. Spatio-temporal structure of the epipellic diatom assemblage from an intertidal mudflat in Marennes-Oléron Bay, France. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 64: 385-394.
- Hecky, E. R. & P. Kilham. 1973. Diatoms in alkaline, saline lakes: ecology and geochemical implications. *Limnology and oceanography* 18(1):53-71.
- Herbst, B. D. & D. W. Blinn. 198. Experimental mesocosm studies of salinity effects on the benthic algal community of a saline lake. *Journal Phycoogy* 34:772–778.
- Hoek, C. van den, D.G. Mann & H. M. jahns, 1995. *Algae. An Introdicction to Phycology*. Cambridge University Press. U. K. 623 pp.
- Hutchinson, E. 1957. *A treatise on limnology, geography, physics and chemistry of lakes*. Vol. John Wiley & Sonns, Nueva York. 1015 pp.
- Hustedt, F. 1930. *Die Süßwasser-Flora Mitteleuropa Helft 10: Bacilariophyta (Diatomeae)* Verlag von Gustav Ficher, Jena 466pp.
- Hustedt, F. 1985. *The pennate diatoms*. Koeltz Scientific Boocks Koenigstein, Germany. 915 pp.
- Ibarra-Vázquez, C. & E. Novelo. 1997. Diatomeas de Tlaxcala, Puebla. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61:49-57.
- Ibarra-Vázquez, C. & E. Novelo. 1997a. *Flora diatomológica de una zona de humedales ubicada en le Reserva Ecológica "El Edén" Quintana Roo, México*.
- Index Nominum Algarum., 2000. Página electrónica www.128.32.109.44/e-ina.htm
- Integrated Taxonomic Information System., 2002. Página electrónica. www.itis.usda.gov
- Kaoru, K., M. Hisashi, C. Kuzucuoğlu & M. Karabiyikoğlu. 1997. Diatom assemblages from inland saline lakes in the central part of Turkey –Their application from quantitative reconstructions of paleosalinity changes during the late Quaternary- *Japan review* 8:235 – 249.
- Kenneth, H.M., 1990. *Biblioteca Diatomologica Flora of Adak Island, Alaska: Bacillariophyceae (diatoms)*. J. Cramer. Berlin-Stuttgart. 134 p.
- Kingston, C., J. 2003. Araphid and Monoraphid Diatoms. In: J.D. Wehr y R.G. Sheath (eds), *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*. Academic Press, Amsterdam. pp. 595 – 604.
- Kramer, K. 1980. Morfologic and Taxonomic Investigation of Some Freshwater Species of the Diatom Genus *Amphora* Her. *Bacillaria* 3:197 – 225.
- Kramer, K. 2003. *Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella*. In: Diatoms of Europe. Diatoms of Europe Inland Watersand Comparable Habitats. Lange-Bertalot, H. (Ed.) Vol. 4. A.R.G. Gantner Verlag. G. 530 pp.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1985. Naviculaceae. *Bibliotheca diatomologica*. J. Kramer. Berlin. Stuttgart. 230 p
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. *Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae*. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning & D. Mollenhauer (eds.), *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 2/1:876p., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1986. *Bacillariophyceae 1. Teil Naviculaceae*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart New York. 876 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. *Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirelaseae*. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning & D. Mollenhauer (eds.), *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 2/2:576pp, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991. *Bacillariophyceae. Teil3. Centrales. Fragilariaceae, Eunotiaceae*. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning & D. Mollenhauer (eds), *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 2/3: 576 pp, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. 2000. *Diatoms of the Europe. The genero Pinnularia*. Vol. 1. A. R. G. Gantner Verlag K. G. pag. 69.
- Krammer, K. 2002. *Diatoms of the Europe. Cymbella*. Vol. 3. A. R. G. Gantner Verlag K. G. pag. 144.

- Krammer, K. 2002. *Diatoms of the Europe. Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella*. Vol. 4. A. R. G. Gantner Verlag K. G. pag. 124.
- Kling, H. & H. Håkansson 1988. A light and electron microscope study of *Cyclotella* species (Bacillariophyceae) from central and northern Canadian Lakes. *Diatom Research* 3(1):55-82.
- Knechtel P. L., F. Felício & L. Moreira-Filh, H. 2006. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. *Biota Neotropica* 3(6):28
- Lange-Bertalot, H. & R. Simonsen. 1978. A Taxonomic Revision of the Nitzschiae lanciolate Grunow 2. European and Related Extra-European Fresh Water and Brackish Water Taxa. *Bacillaria*. 1: 11-110
- Lange-Bertalot, H. & D. Metzeltin. 1996. *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Vol. II*. Koltz Scientific Books. 390pp.
- Lange-Bertalot, H. 2001. *Diatoms of the Europe Vol. 2. Navicula sensu stricto 10 genera sparated from navicula sensu lato Frustulia*. Vol. 2. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 256 pp.
- Lara-Villa, M. A.; J. L. Moreno-Ruiz & E. J. Amaro-Mauricio. 1996. Fitoplancton. Conceptos básicos y técnicas de laboratorio. Universidad Auntonoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F. 193 pp.
- Lee, J. J; CH. Reimer, CH. W. Reimer & M. E. McEnery. 1980. The identification of diatoms isolated as endosymbionts from large Foraminifera from the Gulf of Eilat (Red Sea) and the description of two new species. *Fragiraria shiloi* sp. nov. and *Navucula reissii* sp. nov. *Botanica marina*. 23: 41 – 48.
- Lee, K. & Round, F. E. 1989. Studies on freshwater *Amphora* species III. *Amphora pediculus* (Kütz) Grun and some possibly related forms. *Diatom Research* 4(1):79-8.
- Lozano-García, M.S., B. Ortega-Guerrero, M. Caballero-Miranda, & J. Urrutia-Fucugauchi, 1993. Late pleistocene and holocene paleoenvironments of Chalco lake. *Quaternary Reserarch* 40:332-342.
- Lowe, R.L., 1974. *Eviromental requerements and pollution tolerance of freshwater diatoms*. EPA report #EPA-670/4-7-4005. Cincinnati OH, 333 pp.
- Lowe. L.R., 1975. Comparative ultrastructure of the valves of some *Cyclotella* species (Bacillariophyceae). *Phycology*. 11:415-424.
- Lugo, A. 1993. *Estudio de las comunidades litorales de protozoarios en seis lagos cràter del estado de Puebla mediante el método de colonización de los sustratos artificiales*. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos). Facultad de Ciencias, UNAM. México. 76pp.
- Lugo, A. M., J. Alcocer., M. A. Sanchez, M. Chavez & E. Escobar.1998. Threats to the saline lakes of the Oriental basin, Mexico, by human activites. *Verh. int. Ver. Limnol*. 26:1383-1386.
- Lugo, A. 2000. *Variación espacial y temporal de estructura de la comunidad planctónica del Lago Alchichica, Puebla con algunos aspectos de interacción trófica*. Tesis de Doctorado en biología. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 98pp.
- Maidana. N. I. 1994. Fossil Diatoms from Salinas del Bebedero (San Lius, Argentina). *Diatom Research* 9 (1): 99 – 119.
- Maidana, N. I. & O. E. Romero. 1995. Ditoms from the Hypersaline “La Amarga” lake (La Pampa, Argentina). *Cryptogamie. Algol*. 16(13):163 – 188.
- Maidana, N. I. & C. Seeligmann. 2006. Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes acuáticos de altura de la provincia de Catamarca, Argentina II. *Bol. Soc. Argent. Bot*. 41(1-2) 1-13
- Mann, D. G. & A. J. Stickle. 1991. The genero *Craticula*. *Diatom Research*. 1(6) 79 – 107.
- Margalef, R., 1983. *Limnología*. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- Martínez-P., M. E. M. Macek & M. T Castro-G. 2004. *In situ* measured elimination of *Vibrio Cholerae* from brackish water. *Tropical Medicine & International Health* 9:1-8.
- Meneses, L. 2002. *Exploración geofísica e hidrogeológica en la Laguna de Alchichica, Cuenca de Libres-Oriental, Estado de Puebla*. Tesis de Licenciatura en Ingeniero Geofísico facultad de Ingeniería, UNAM, México. 67pp.
- Melo, S., L. C. Torgan, M. Menezes & J. D. JR. Corrêa. 2006. Frist report of *Cyclotella Choctawhatcheeana* (Bacillariophyta) from Brazilian tropical waters: ultrastructure and ecology. In: Witkowski, A. (ed.). *Eighteenth International Diatom Symposium 2004*. Biopress Limited, Bristol p. 293 – 299.

- Metzeltin, D. & A. Witkowski. 1996. *Iconographia Diatomologica Annotated Diatom Micrographs. Vol. IV.* Koeltz Scientific Books. 289 pp.
- Metzeltin, D. & H. Lange-Bertalot. 2002. *Diatoms from the "Island Continent" Madagascar.* Vol. II A.R.G: Gantner Verlag K.G. 286pp.
- Montoya, M. de J. & L. Peralta. 1995. *Ecología de los oligoquetos de los lagos maars de la porción suroriental del Altiplano Mexicano.* Tesis de Licenciatura en Biología. ENEP-Iztacala. NNAM. México. 62pp.
- Moreno, J. L.; S. Licea & H. Santoyo. 1996. Diatomeas del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur. SEP-FOMES, PROMARCO. 272 pp.
- Navarro, N. R. 2009. *Glosario Diatomológico ilustrado.* ISBN978-0-557-04258-6 61 pp.
- Novelo, E., R.S. Tavera. 1999. Algas y humedales de Quintana Roo. *Ciencias México* 55-56: 44-45.
- Novelo, E. M. 1998. *Floras ficilgicas del valle de bravo Thehuacán, Puebla.* Tesis de doctorado en Ciencias (biología). Facultad de ciencias, UNAM. 581 pp.
- Novelo, E., R.S. Tavera & C. Ibarra. 2007. Bacillariophyceae from Karstic Wetlands in Mexico. *Stuttgart.* 133 p.
- Nixon, C.K., 1993. The genus. *Quercus* in México. pp. 447-458. In: Ramamoorthy T.P., R. Bye, A. Lot Y J. Fa (Eds). *Biological Diversity of Mexico: origins and distribution.* Oxford University Press. New York.
- Oliva, G. M., A. Lugo, J. Alcocer, L. Peralta, & M. R. Sánchez, 2001. Phytoplankton dynamics in a deep, tropical, hyposaline lake. *Hidrobiologia* 466:299-306.
- Oliva, G. M. 2001. *Estudio de la variación vertical y temporal de las comunidades fitoplanctónicas durante el florecimiento de cianofíceas en el lago cráter Alchichica, Puebla.* Tesis Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de México. 133 pp.
- Oliva-Martínez, M. G. G. Villaclara, M. Caballero & C. D Rodríguez. 2005. On the presence of *Stephanodiscus niagare* Ehrenber in central Mexico. *Journal of Paleolimnology* 34:147-157.
- Oliva-Martínez, M. G., J. G. Ramírez-Martínez, G. Garduño-Solórzano, J. Cañetas-Ortega, & M. M. Ortega. 2005a. Caracterización diatomológica en tres cuerpos de agua de los humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca, Estado de México. *Hidrobiológica.* 15 (1):1-26
- Oliva, M. G., A. Lugo, J. Alcocer & Cantoral-Uriza, E. A. 2006. *Cyclotella alchichicana* sp. Nov, from saline Mexican lake. *Diatom Research.* 21(1):81-89.
- Oliva, M. G., A. Lugo, J. Alcocer & E. A Cantoral-Uriza. 2008. Morphological study of *Cyclotella choctawhatcheeana* Prasad (Stephanodiscaceae) from a saline Mexican lake.
- Oliva, M. G., G. S. Garduño, F. G. Vilaclara G. M. M.† Ortega, M. A. García Gómez & A. A. Pliego 2009. Diatomeas. Bacillariophyceae. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. México. 110 pp.
- Ordóñez, E. 1906. Los axalapascos del Estado de Puebla. *Paregones Inst. Geol. México* 1(8):348-405.
- Padisák, J. Krienitz, L., Scheffer, W., Koschel, R., Kristiansen, J. & Grigorszky, I. 1998. Phytoplankton sucession in the oligotrophic Lake Stechlin (Germany) in 1994 and 1995. *Hidrobiologia* 369/370:179 - 183.
- Patrick, R. & C. W. Reimer. 1966. *The diatoms of the Unites States exclusive of Alaska and Hawai.* Volumen I. Monographs of the Academic of Natural Ssiences of Philadelphia Number 13. 213p.
- Patrick, R. & C. W. Reimer. 1975. *The Diatoms of the United State, Vol. 1 Parte. 1* Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia. 213 pp.
- Patrick, R. & C. W. Reimer. 1975. *The Diatoms of the United State, Vol. 2 Parte 1.* Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia 213 pp.
- Patrick, R. 1977. *Ecology of freshwater diatoms and diatom communitie.* pp. 284-332. In: D. Werner (Ed.). *The Biology of Diatoms.* Botanical. Monographs. Vol. 13. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California.
- Prasad, A. K. S. K., J. A. Nienow & Livingston, R. J. 1990. The genus *Cyclotella* (Bacillariophyta) in Choctawhatchee Bay, Florida, with special reference to *C. Striata* and *C. Choctawhatcheeana* sp. nov. *Phycologia.* 29 (4), 418 – 436.

- Prasad, A. K. S. K. & J. A. Nienow. 2006. The centric diatom genus *Cyclotella* species in Chesapeake Bay, U. S. A. with special reference to *Cyclotella choctawhatcheeana* and *Cyclotella desikacharyi* a new marine species related to the *Cyclotella striata* complex. *Phycologia* 45:127 – 140.
- Ramírez-García, P. & A. Novelo, 1984. La vegetación acuática vascular de seis lagos cráter del estado de Puebla, México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 46:75-85.
- Ramírez-García, P & F. Vázquez-Gutiérrez. 1989. Contribuciones al estudio Limnobotánico de la zona litoral de seis lagos cráter del estado de Puebla. *An. Ints. Cienc. del Mar y Limnol. Uni. Nal. Autón. México.* 16 (1):1–6.
- Ramírez-Vázquez, M., J. Beltrán-Magos, M. Bojorge-García, J. Carmona-Jiménez, E. Cantoral-Uriza & Valadez F. C., 2001. Flora algal del Río Magdalena, Distrito Federal, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México.* 68:45 – 67.
- Ramírez, M. J. G., 2003. Catálogo de Bacillariophyta de ambientes epicontinentales de la Faja Volcánica Transmexicana con atlas genérico y estudio diatomológico en el Municipio de Jilotepec, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. 177pp.
- Rzedowski, J., 1993. Diversity and origins of the phanerogamic flora of México. pp. 129 – 144. In: T. P. Ramamoorthy, R. Bey, A. Lot y J. Fa (Eds). *Biological Diversity of México: origins and distribution.* Oxford University Press. New York.
- Reyes, C. M. 1979. *Geología de la Cuenca Oriental. Estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala.* Colección Científica Prehistoria 71. Inst. Nal. Antrop. Hist. De México, México. 62pp.
- Rico, R., G. Vilaclara, J. Miranda, & J. Cañetas. 1998. Origin of laminations in Tlaxcala paleolake, México. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 26 (2)838:841.
- Ross, R., E.J. Cox, N.I. Karayeva, D.G. Mann, T.B.B. Paddock, R. Simonsen & P.A. Sims. 1979. An amended terminology for the siliceous components of the diatom cell. *Nova Hedwigia, Beih.* 64:513-533.
- Round, F.E., R. Crawford & D. Mann, 1990. *The Diatoms. Biology and morphology of the genera.* Cambridge University Press. USA. 747pp.
- Round, F.E., H. Hallsteinsen & E. Paasche. 1999. On a Previously controversial “Fragilarioid” Diatom now placed in a new genus *Nanofrustulum*. *Diatom Research.* 14 (2):343-356.
- Rushforth, R. S. & J. R. Johansen, 1986. The inland Chaetoceros (Bacillariophyceae) species of North America. *J. Phyco.* 22:44-448.
- Sarode, T. P. & D. N. Kamat. 1980. The Diatomflora of Nagpur, India. *Nova Hedwigia* 32 797-837.
- Seeligmann, C., N. I. Maidana & M. Morales. 2008. Diatomeas (Bacillariophyceae) de Humedales de altura de la provincial de Jujuy-Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 43(1 – 2):1 – 17.
- Sims, A. P. 1983. A Taxonomic study of the Genus *Epithemia* with Special Reference to type Species. *E. turgida* (Ehrenb.) Kütz. *Bacillaria* 6:211 - 235
- Siqueiros-Beltrones, D.A. 2002. Diatomeas Bentónicas de la Península de Baja California; Diversidad y Potencial Ecológico. Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional y Universidad Autónoma de Baja California Sur. 102 pp.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. 1990. Estructura de las Asociaciones de Diatomeas Bentónicas en un Ambiente Hipersalino. Ciencias Marinas 16 (1):101-127.
- Spiniello, L. 1996. Las diatomeas marino-costeras de Venezuela. *Caribbean Journal of Science*, 4(32): 331-347.
- Stoermer, E.F. & M. L. Julius, 2003. Centric Diatoms. In: J.D. Wehr y R.G. Sheath (eds), *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification.* Academic Press, Amsterdam.p. 559-594.
- Tavera R. & J. Komarek. 1996. Cyanoprokaryotes in the volcanic lake of Alchichica, Puebla State, México. *Arch. Hydrobiol/Suppl., Algolog. Studies.* 83:511-538.
- Taylor, H.1943. A new Ambystomid salader adapted to brackish water. *Copeia* 3:151-156.

- Terao, K., S. Mayama & H. Kobayasi. 1993. Observations on *Cymbella mexicana* (Ehrenb.) Cleve var. *mexicana* (Bacillariophyceae) with special reference to the band structure. *Hydrobiologia* 269/270:75-80.
- Tolomio, C., C. Andreoli & M. T. Avignone. 1991. Contribution a la connaissance du periphyton diatomique des deux saumâtres de la Valle Spasesera (Suite). *Diatom Research*. 6(2):391 – 399.
- Tricart, J. 1985. *Pro-Lagos Los lagos del Eje Neovolcanico de México*. Instituto de Geografía. UNAM. Pp11-23.
- Trobajo, R., E. J. Cox & X. D. Quintana. 2004. The effects of some environmental variables on the morphology of *Nitzschia frustulum* (Bacillariophyta), in relation its use as a bioindicator. *Nova Hedwigia* 79 (3 – 4):433 – 445.
- Valadez, C. F., J. Carmona-Jiménez & E. Cantoral-Uriza, 1996. Algas de ambientes lóticos en el Estado de Morelos, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México, Serie Botánica* 67(2):227-282.
- Valadez, C. F. G. Oliva, G. Vilaclara, M. Caballero & C. Rodríguez. 2005. On the presence of *Stephanodiscus niagarae* Ehernberg in central Mexico. *Journal of Paleolimnology* 34:147-157.
- Vilaclara, G. M., A. Chávez, A. Lugo, H. González & M. Gaytán, 1993. Comparative description of crater lakes Basic chemistry in Puebla State, México. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische and Angewandte Limnologie* 25:435-440.
- Vilaclara, G., R. Rico & J. Miranda. 1997. Effects of perturbations on diatom assemblages in Tlaxcala paleolake, México. *Vehandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische and Angewandte Limnologie* 26:846-851.
- Vinocur, A., I. O'Farrell & I. Izaguirre. 1994. Contribution to the knowledge of the diatom flora of the Salado River Basin (Buenos Aires Province, Argentina). *Nova Hedwigia* 58(1-2):153-175.
- Wasell, A. & Håkansson, H. 1992. Diatom stratigraphy in a lake on Horseshoe Island, Antarctica: a marine-brackish-fresh water transition with comments on the systematics and ecology of the most common diatoms. *Diatom Research*. 1(7):157 -194.
- Wendker, S. 1990. Morphologische Untersuchungen an Populationen aus dem Formenkreis um *Nitzschia frustulum* (kützing) Grunow. *Diatom Research*. 1(5):179 -187.
- Wetzel, R. G., 1981. *Limnología*. Omega. Barcelona. 679 pp.
- William, D. M. & F. E. Round. 1987. Revision of genus *Fragilaria*. *Diatom Reserch*. 2 (2):267 – 288.
- Williams, W. D., A. J. Boulton & R. G. Taaffe. 1990. Salinity as a determinant of salt lake fauna: a question of scale. *Hidrobiologia*. 197:257-266.

LÁMINAS

LÁMINA 1.-

Cyclotella alchichicana Oliva, Lugo, Alcocer y Cantoral

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar externa

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa, se observan las estrías e interestrías y las espinas marginales.

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar interna; pueden distinguirse el arreglo de las fultopórtulas marginales.

Cyclotella choctawhatcheeana Prasad

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar interna, donde se distinguen las fultopórtulas marginales, la central (Fp) y la rimopórtula (Rmp).

Cyclotella menenghiniana Kützing

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar externa, mostrando el arreglo de las estrías y las espinas marginales.

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar interna muestra el arreglo de las fultopórtulas marginales.

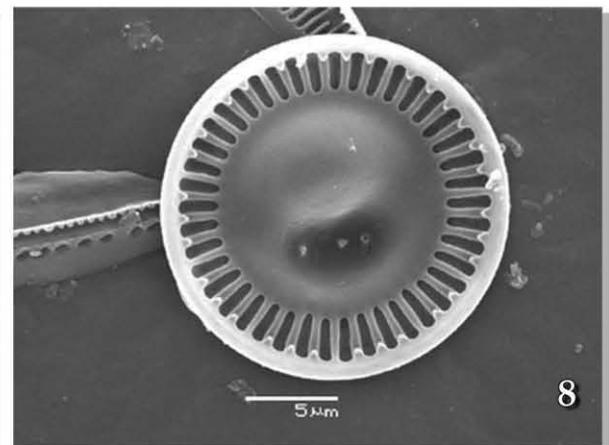
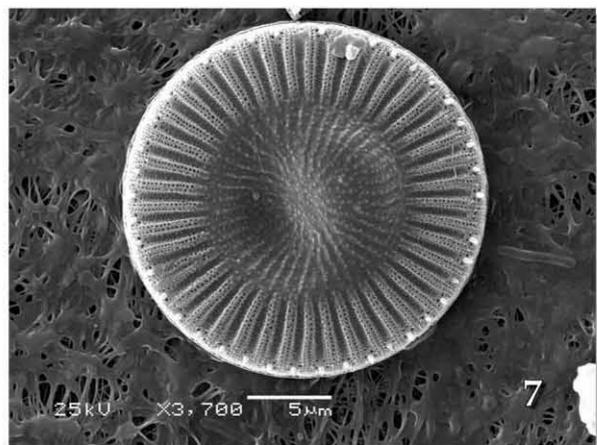
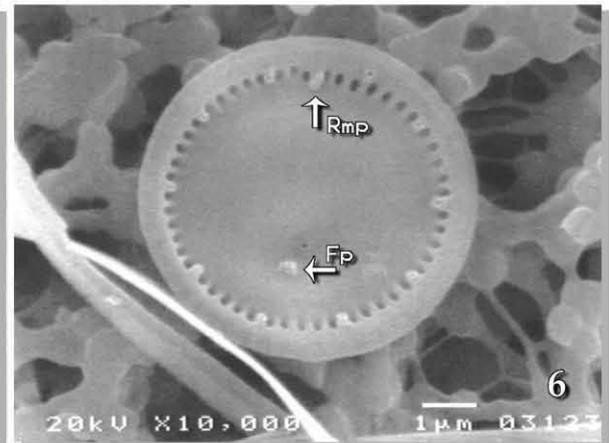
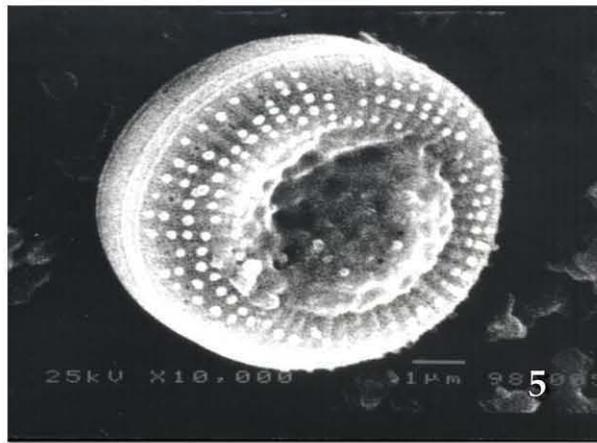
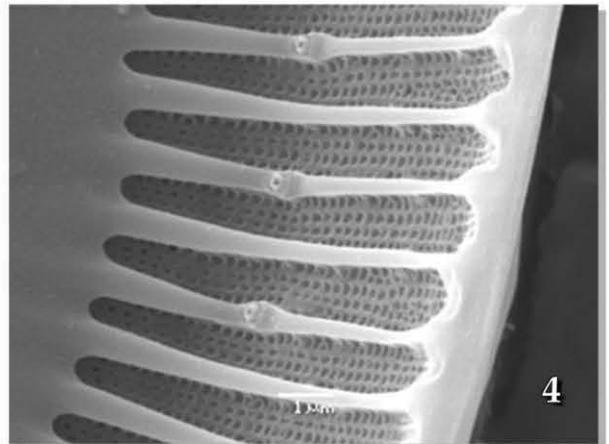
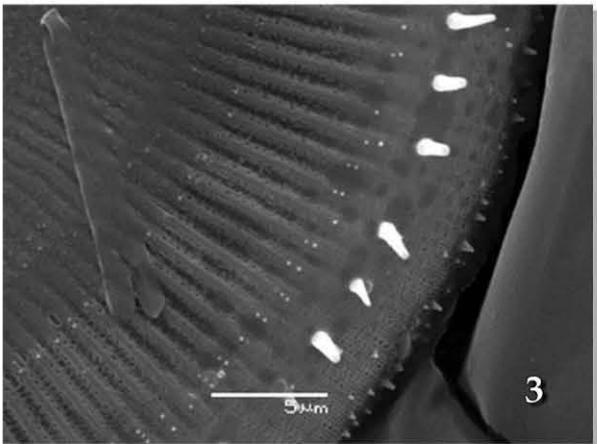
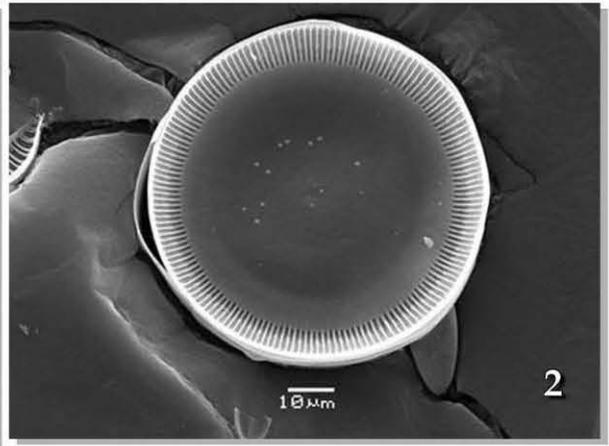
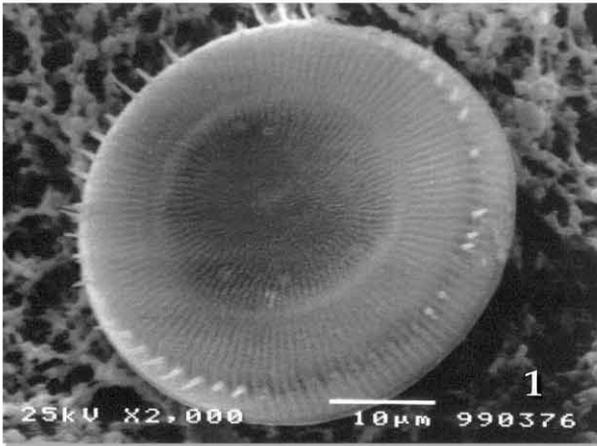


LÁMINA 2.-

Cyclotella menenghiniana Kützing

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando el acomodo de las rimopórtulas.

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando la rimopórtula y una fultopórtula.

Stephanodiscus niagarae Ehrenberg

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando el arreglo de las estrías y las espinas marginales.

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar interna.

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando el detalle las perforaciones que conforman las estrías y la forma de las espinas marginales.

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar interna observando el detalle de las fultopórtulas con sus tres poros satélite.

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando el detalle de las estrías y las fultopórtulas.

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando una rimopórtula.

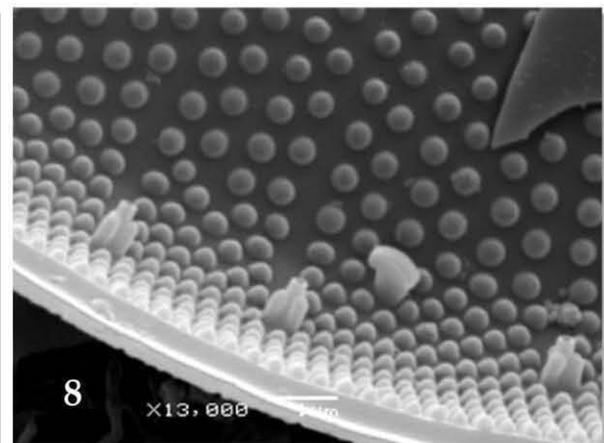
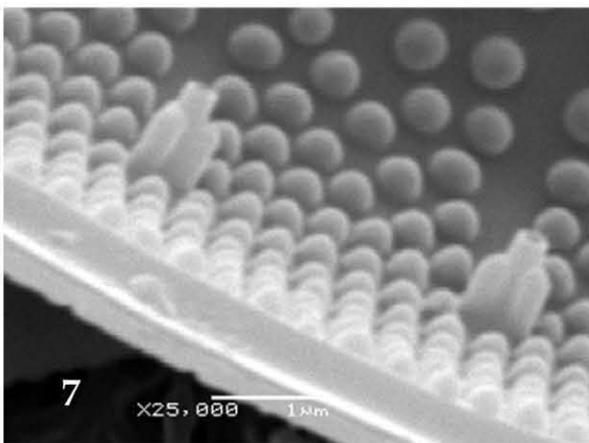
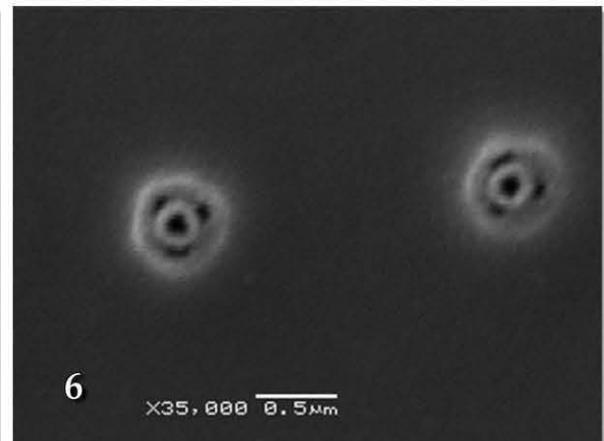
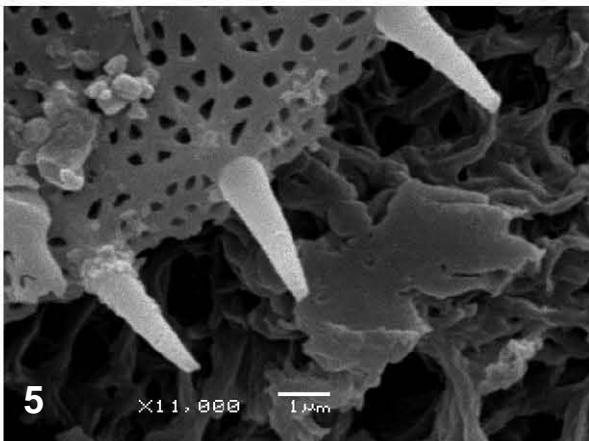
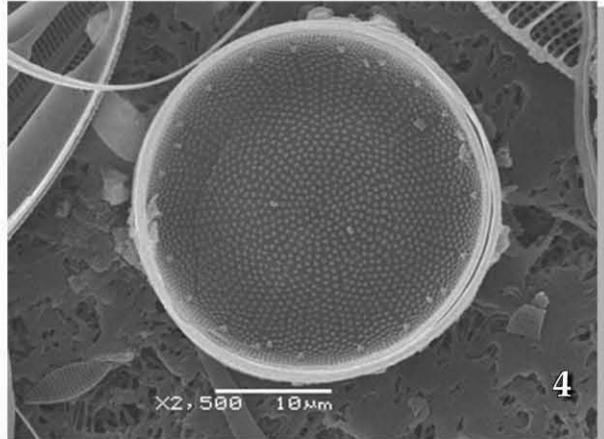
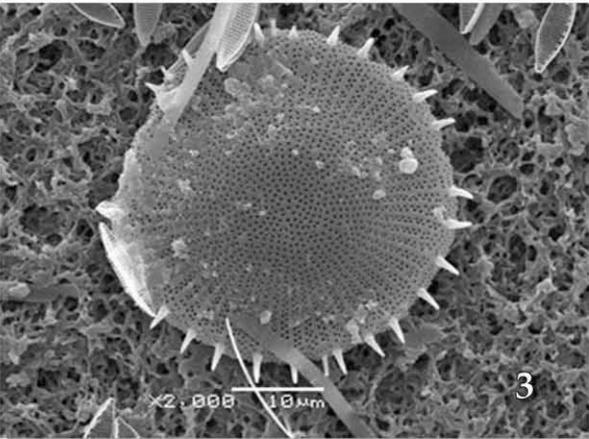
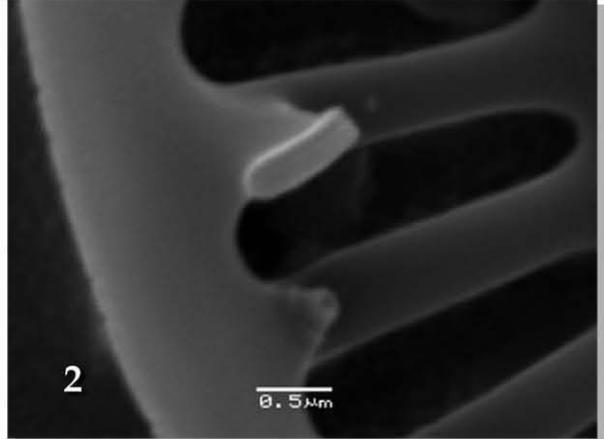
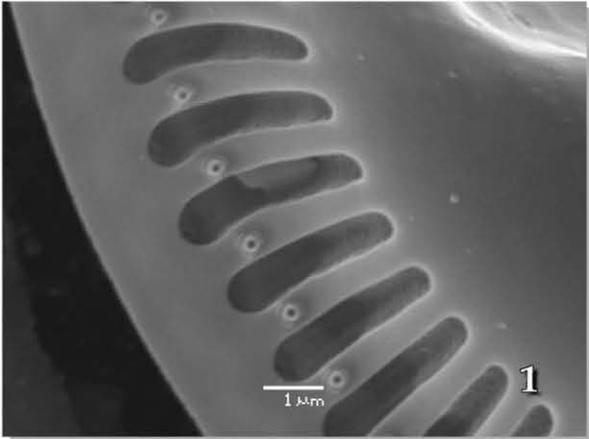


LÁMINA 3.-

Pseudostaurosira brevistriata (Grunow) Williams et Round

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando la disposición de las espinas marginales.

Nanofrustulum shiloi

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar externa se observa la disposición de las estrías y el esternón en la parte central.

Mastogloia elliptica (C. Agardh) Grunow

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando el nódulo central.

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando el nódulo central y la disposición de las estrías.

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando el detalle de la terminación del polo distal del rafe.

Mastogloia smithii Thwaites ex W. Smith

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando las cámaras de la valva.

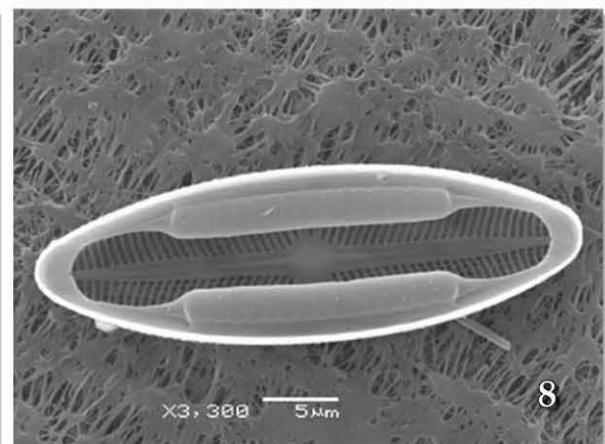
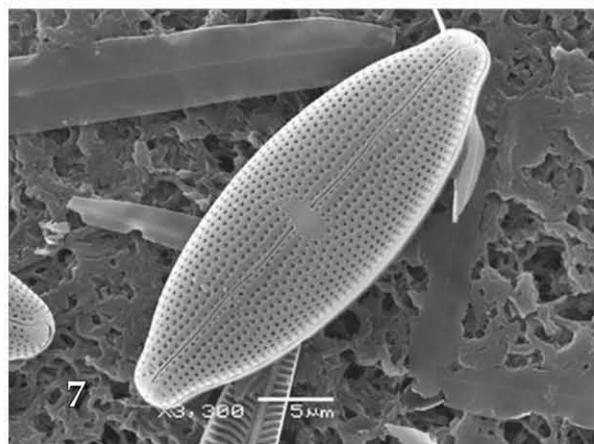
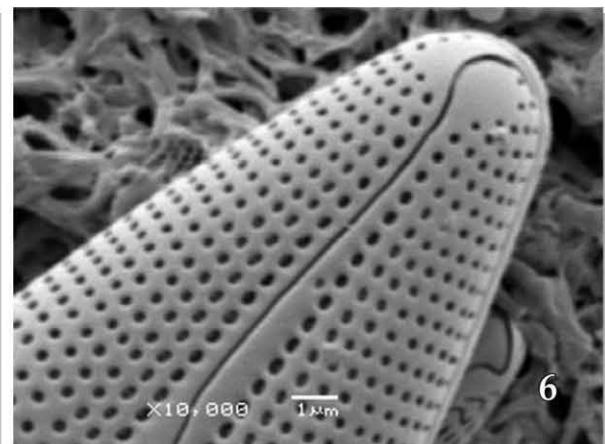
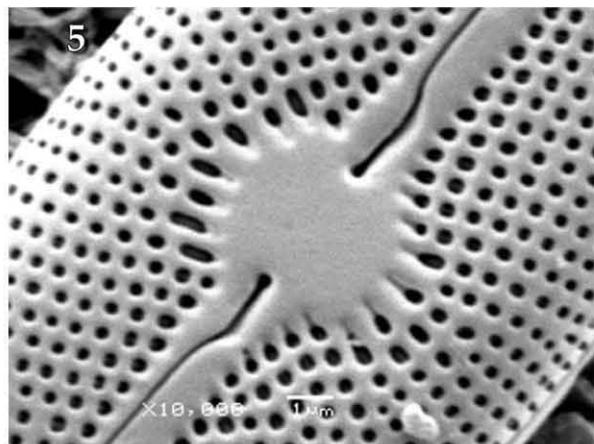
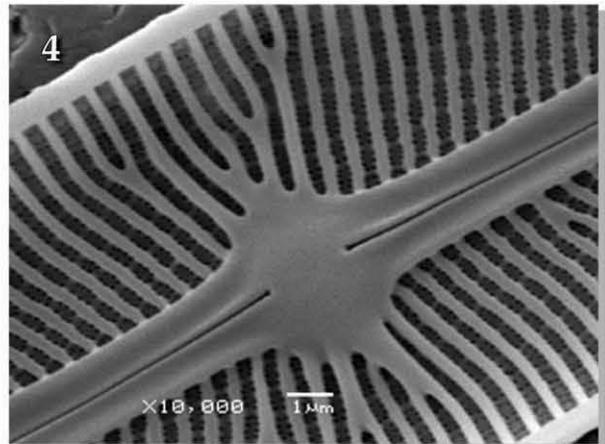
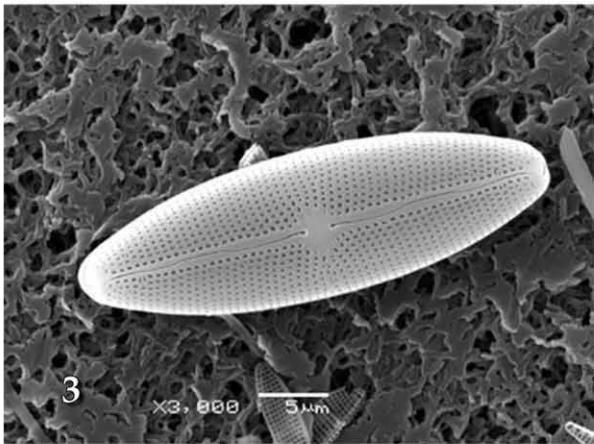
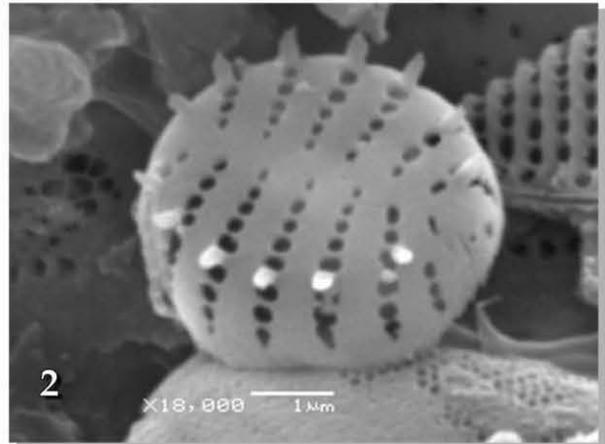
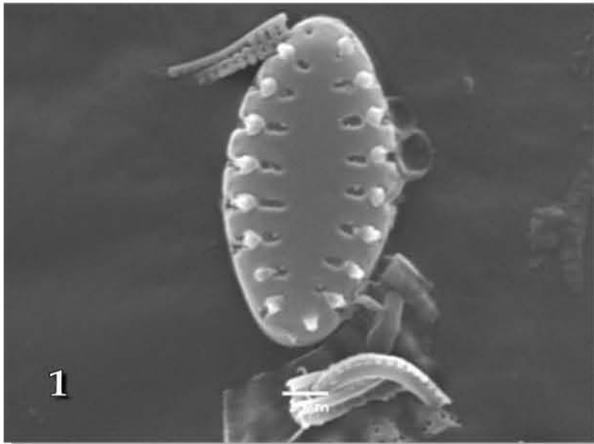


LÁMINA 4.-

Mastogloia smithii Thwaites ex W. Smith

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar externa se observa el nódulo central y el arreglo de las estrías.

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando la terminación distal del rafe.

Anomoeoneis costata (Kützing) Husted

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 4 M Micrografía con MEB. Vista valvar interna.

Anomoeoneis sphaerophora (Ehrenberg) Pfitzer

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar externa se observa el detalle del área central irregular y el nódulo central.

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando el detalle de la terminación distal del rafe.

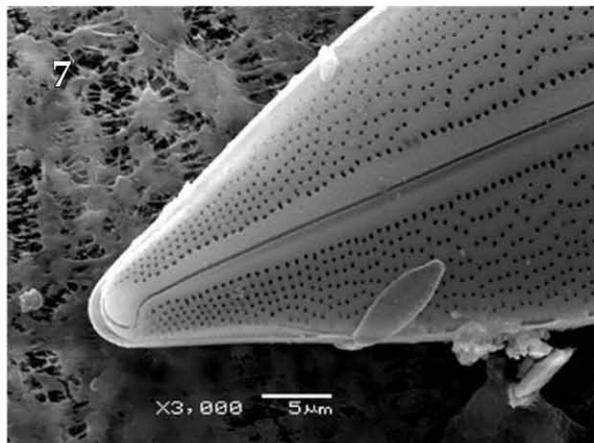
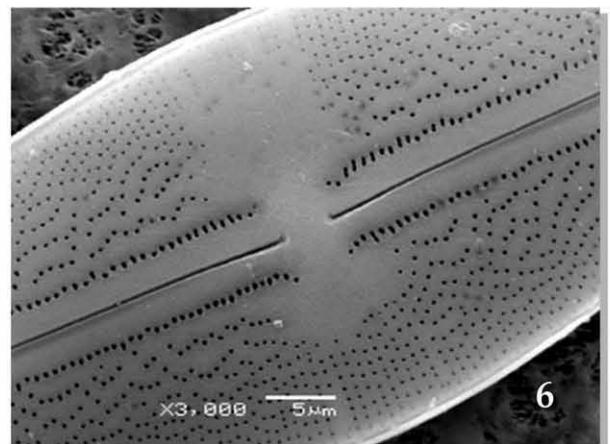
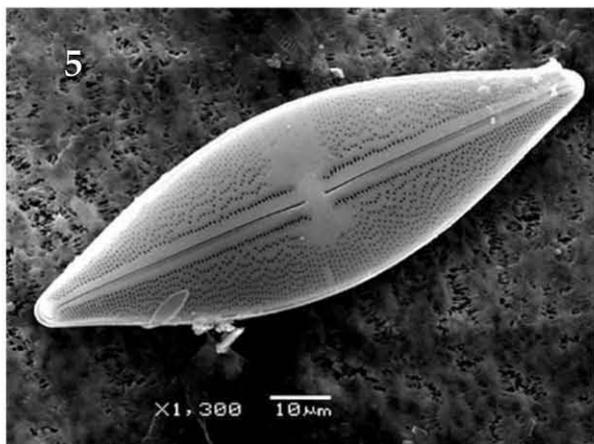
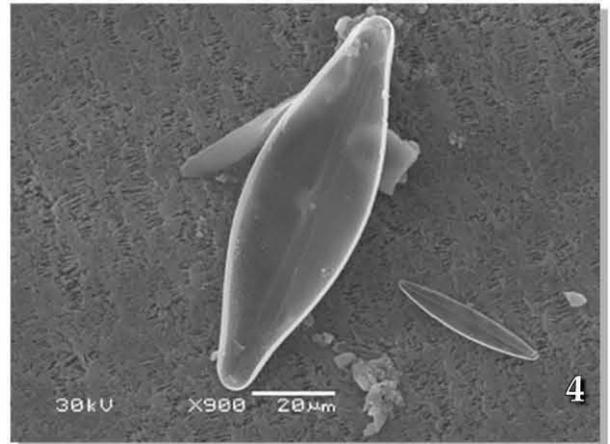
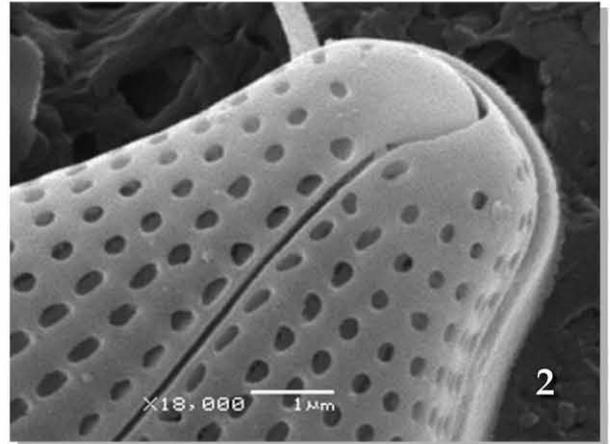
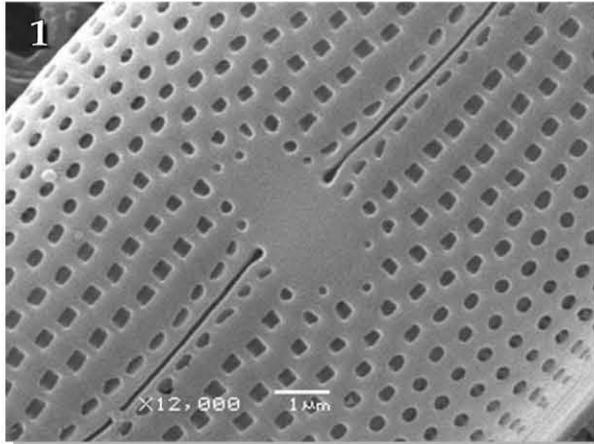


LÁMINA 5.-

Cymbella cistula (Ehrenberg) O. Kirchner

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando el detalle del nódulo central, las terminaciones proximales del rafe y los estigmas.

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando la terminación distal del rafe y el área apical de poros.

Cymbella mexicana (Ehrenbaerg) Clevel

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar externa

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando el detalle de las terminaciones proximales del rafe, el estigma y las perforaciones que presentan las estrías.

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando el detalle del estigma y la organización de las estrías.

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar externa se observa el detalle la terminación distal del rafe y el área apical de poros.

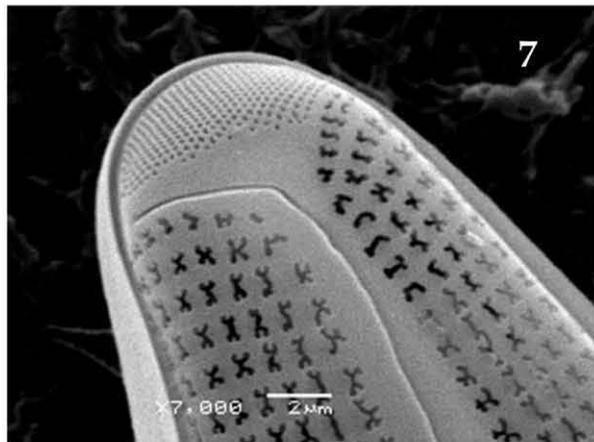
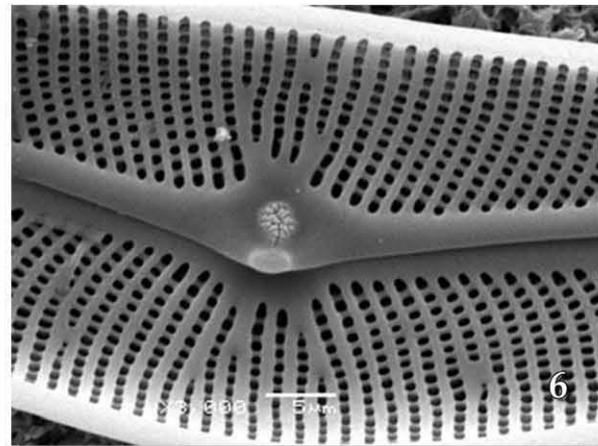
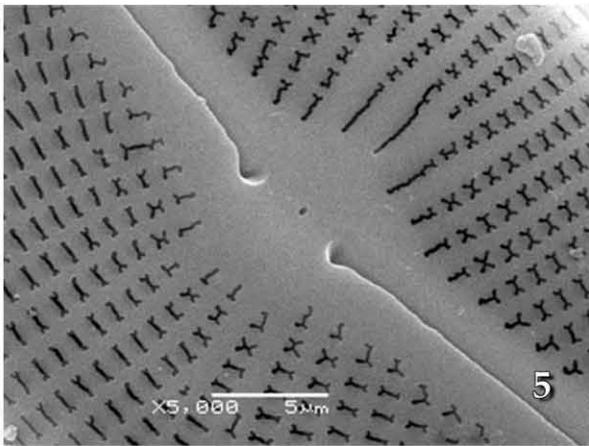
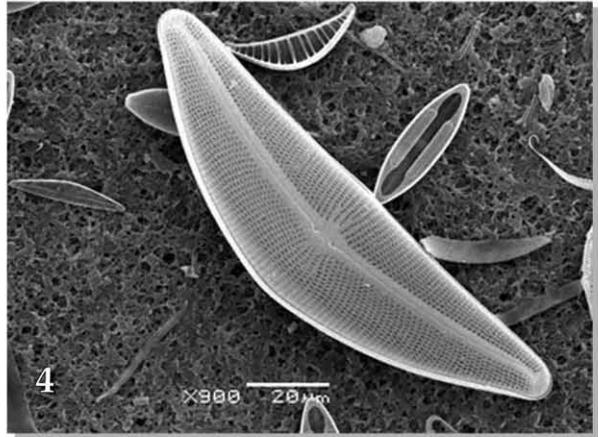
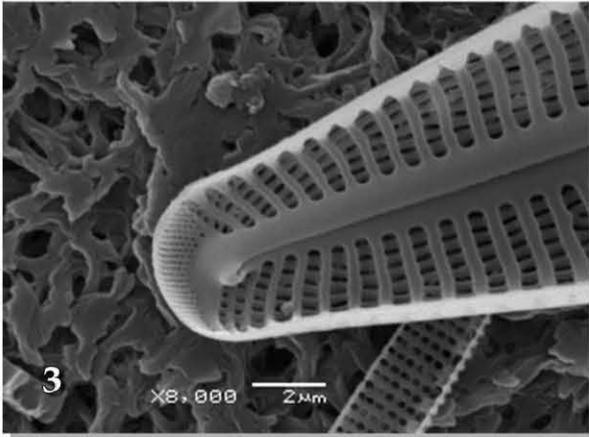
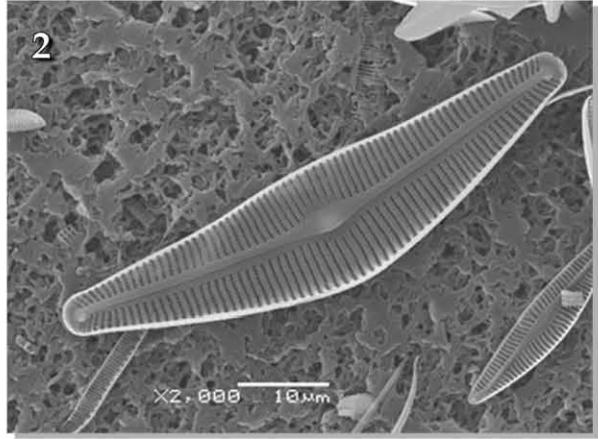
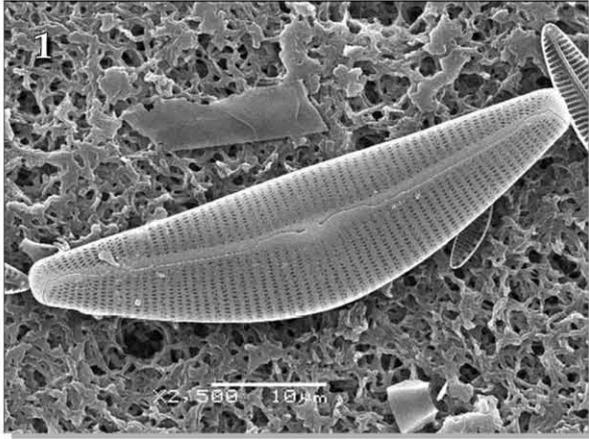


LÁMINA 6.-

Navicymbula pusilla (Grunow) Krammer

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar interna.

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando el nódulo central del rafe.

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar interna se observa la terminación distal del rafe.

Gomphonema clavatum (Kützing) Kützing

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando el estigma que presenta en la parte central y la forma del rafe.

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa observando a mayor detalle la parte central del rafe y como están acomodadas las estrías.

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando la terminación distal del rafe que presenta campos porosos.

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar externa que muestra la forma de la parte distal del rafe.

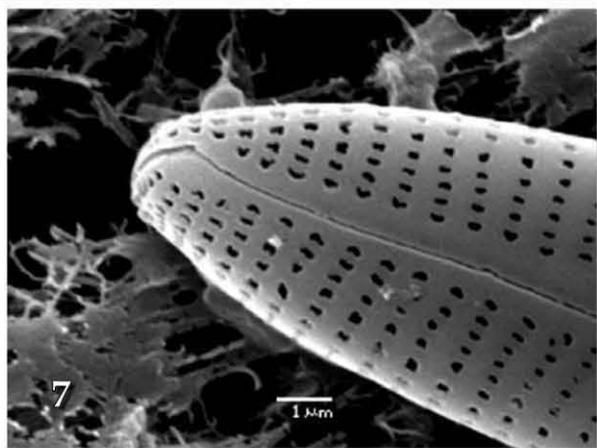
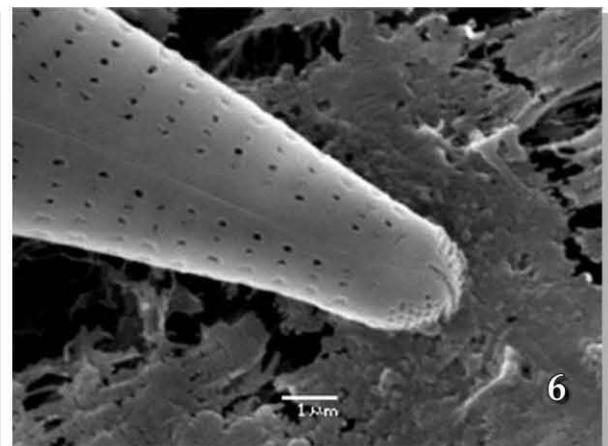
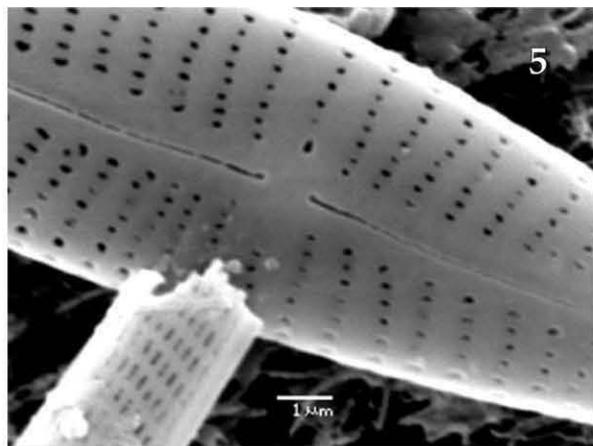
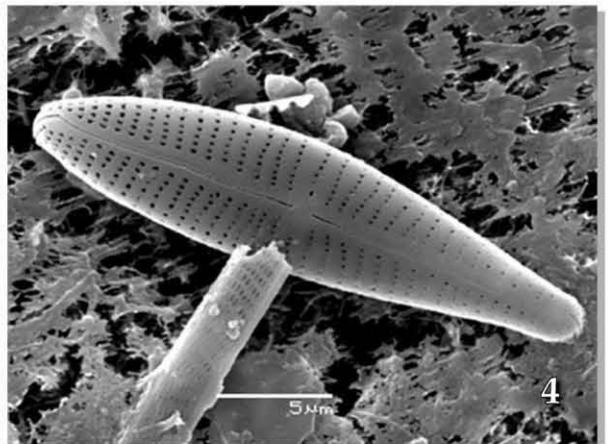
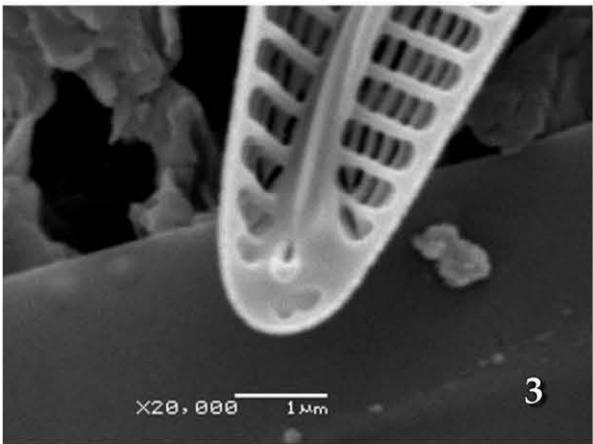
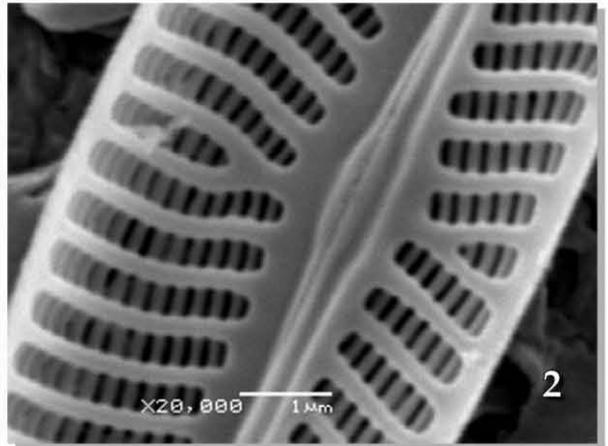
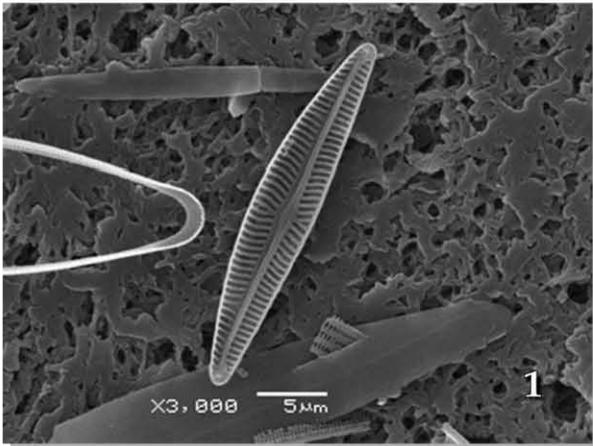


LÁMINA 7.-

Gomphonema sp1.

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar interna.

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando el nódulo central y las terminaciones proximales del rafe.

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando la terminación de un nódulo distal.

Gomphonema sp2.

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar interna muestra el nódulo central y sus terminaciones.

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar interna se observa las terminaciones del nódulo central.

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar interna se observa un nódulo distal y su terminación.

Gomphoneis olivaceum (Horneman) Brébisson

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar externa muestra el nódulo central y la disposición que tiene las estrias

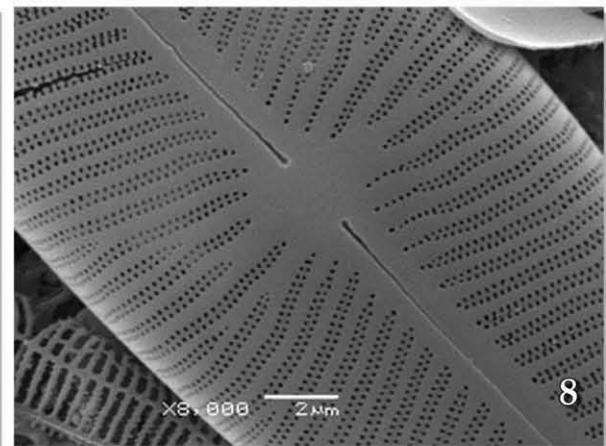
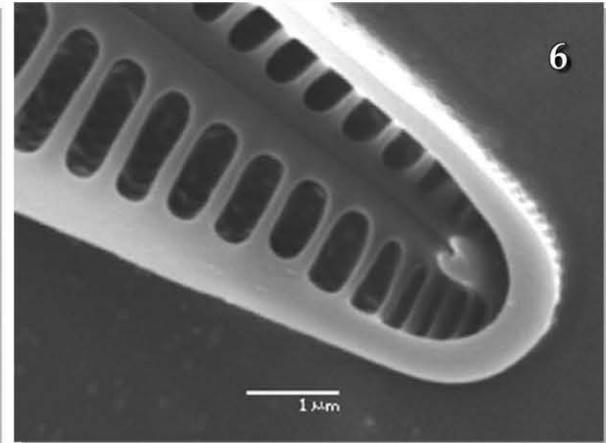
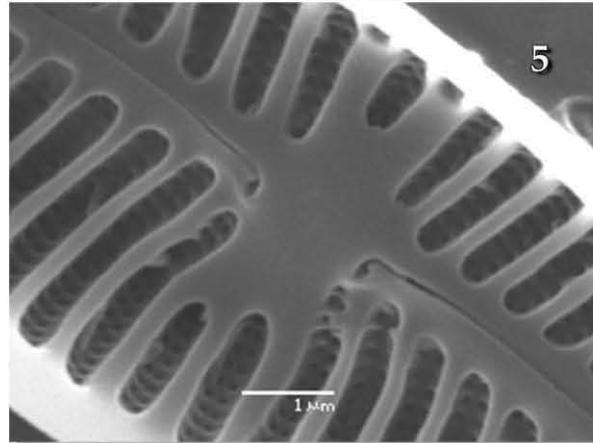
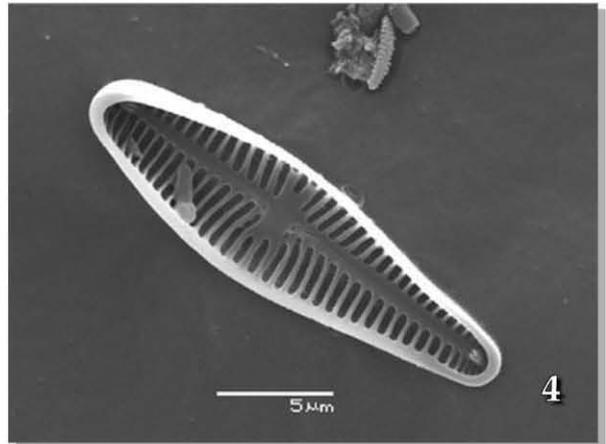
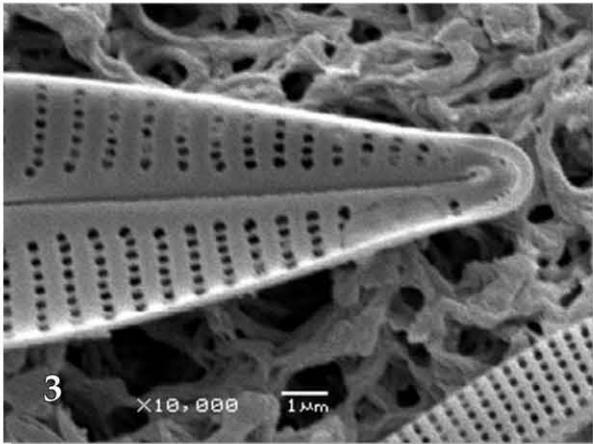
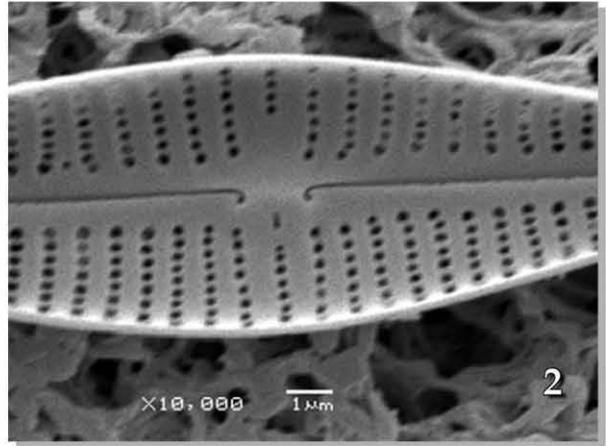
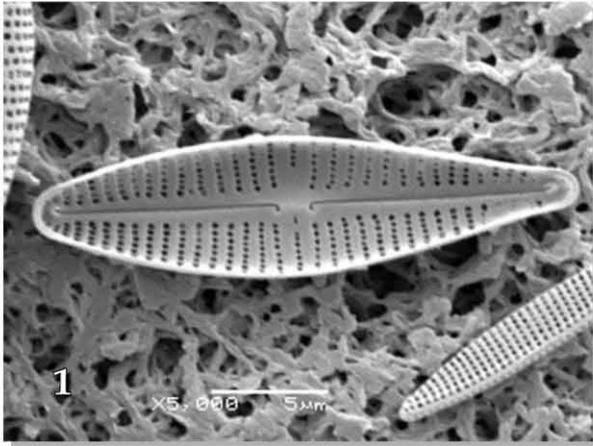


LÁMINA 8.-

Gomphoneis olivaceum (Horneman) Brebisson

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar interna se observa el nódulo central u sus terminaciones proximales.

Gomphoneis sp.

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Achnanthes exigua Grunow

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando su rafe y el estauro.

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando a detalle el nódulo central con sus terminaciones y la forma del estauro.

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar interna muestra la terminación del nódulo distal.

Achnanthes sp

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar interna.

Cocconeis placentula var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando un esternón y la forma de las estrías.

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar interna de la valva con rafe muestra la forma en que están acomodadas las estrías el rededor de la valva.

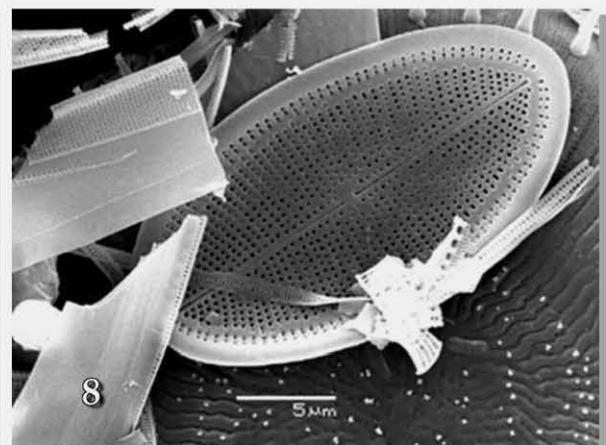
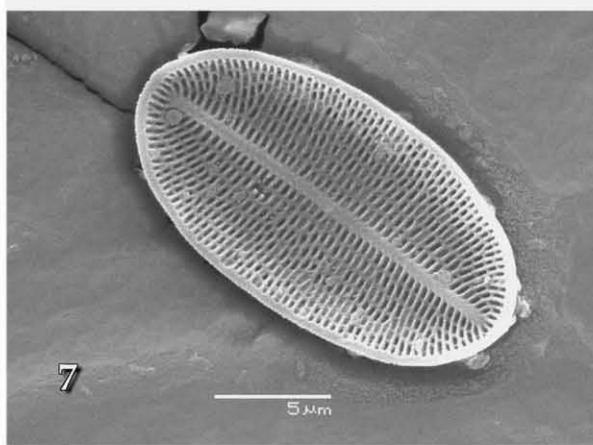
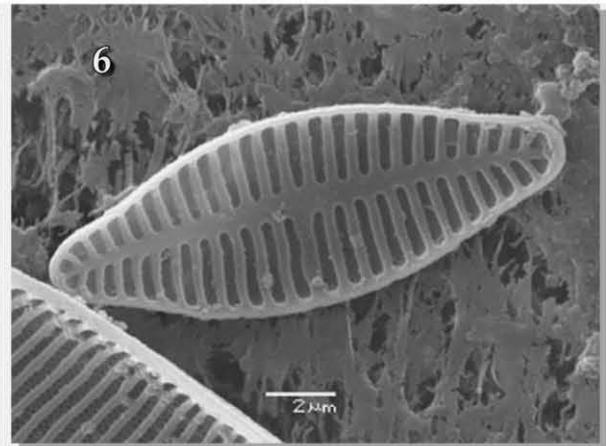
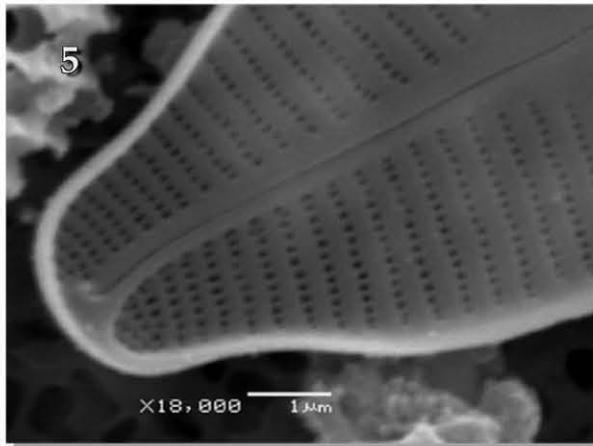
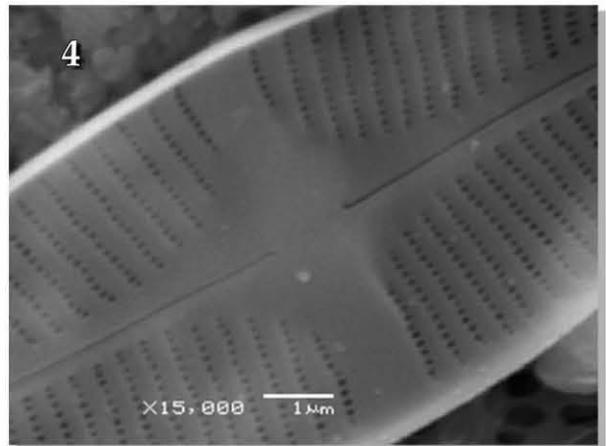
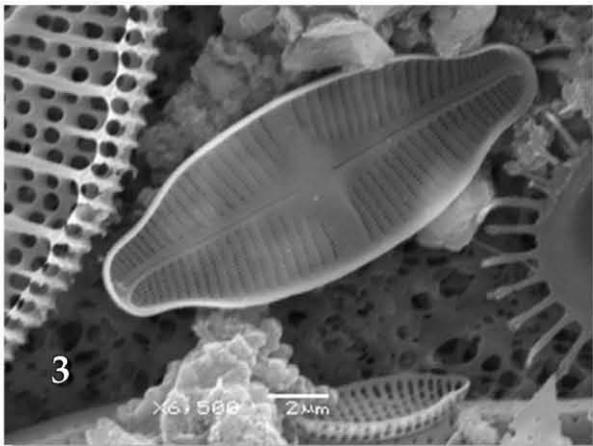
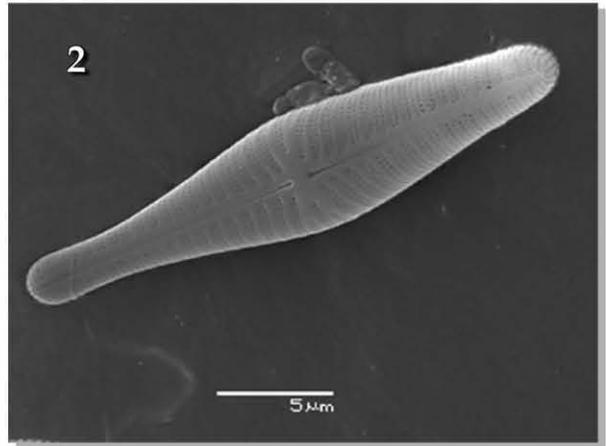
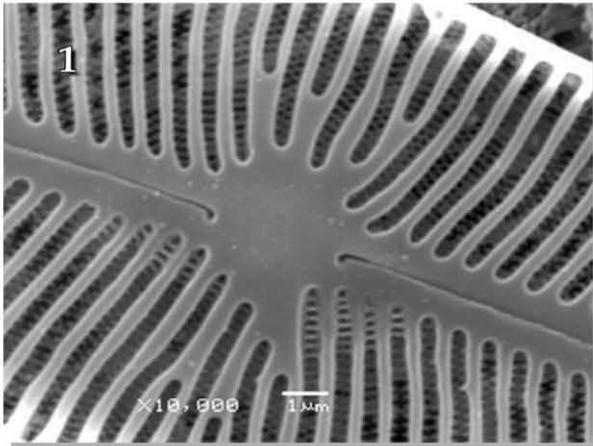


LÁMINA 9.-

Cocconeis placentula var. *lineata* (Ehrenberg) Cleve.

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar interna de la valva sin rafe muestra la forma de las estrías.

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar interna de la valva con rafe mostrando la forma del rafe y la disposición de las estrías.

Pinnularia brebissoni (Kützing) Rabenhorst

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar externa muestra a detalle el nódulo central, la forma en que están las terminaciones proximales y su estauro.

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa se muestra la terminación distal del rafe

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar externa, muestra de forma clara la terminación del rafe y la forma de las estrías.

Diploneis pseudovalis Hustedt

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar externa

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar externa muestra la terminación del rafe y la forma de las estrías

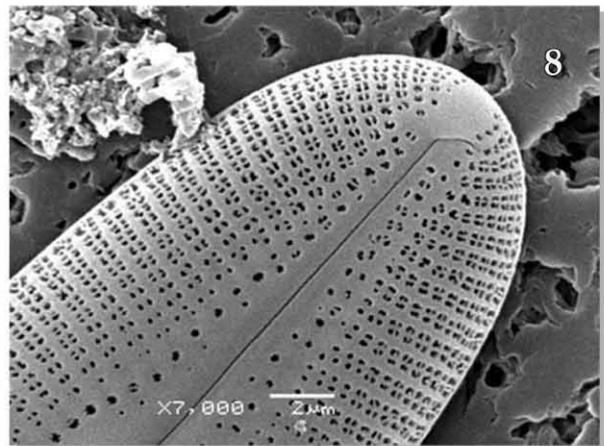
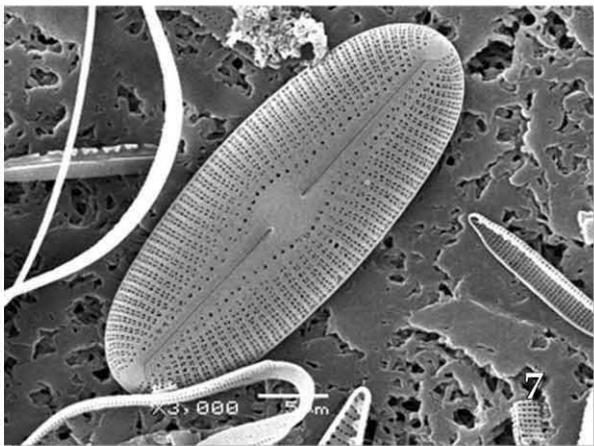
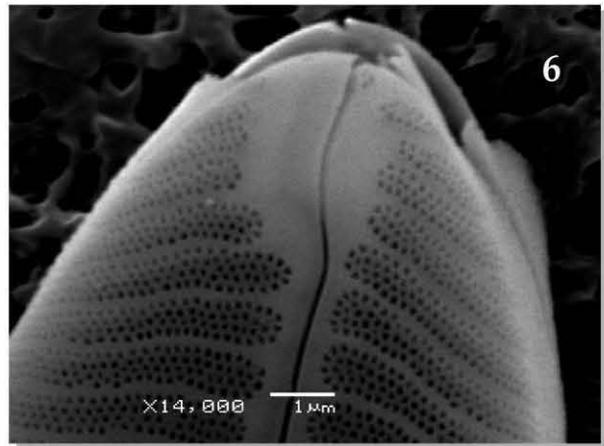
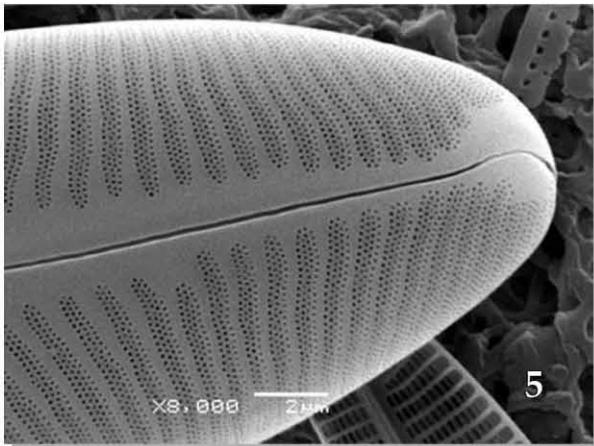
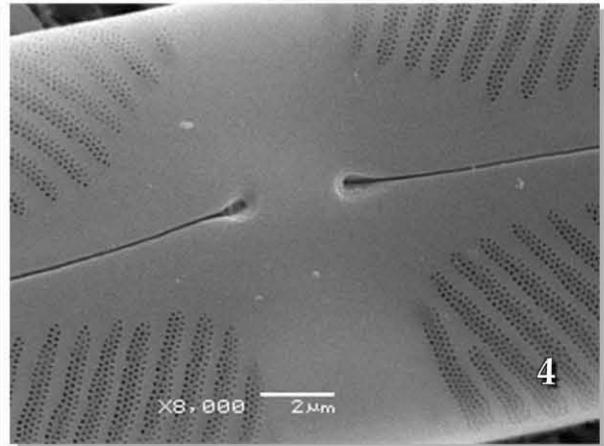
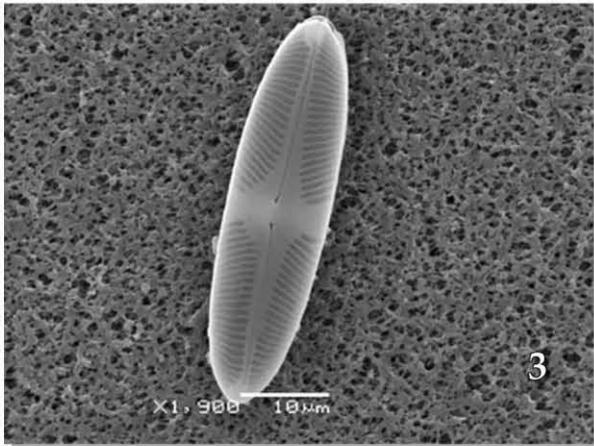
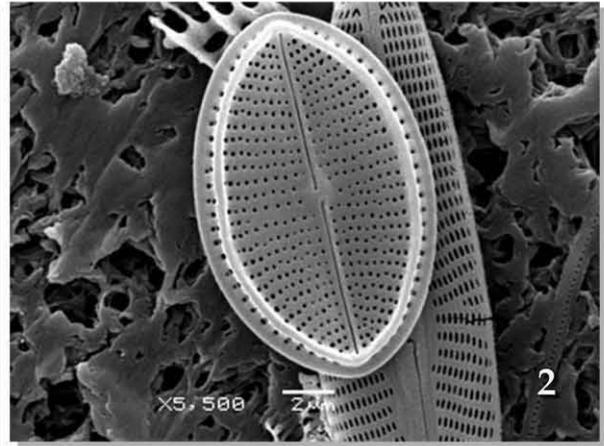
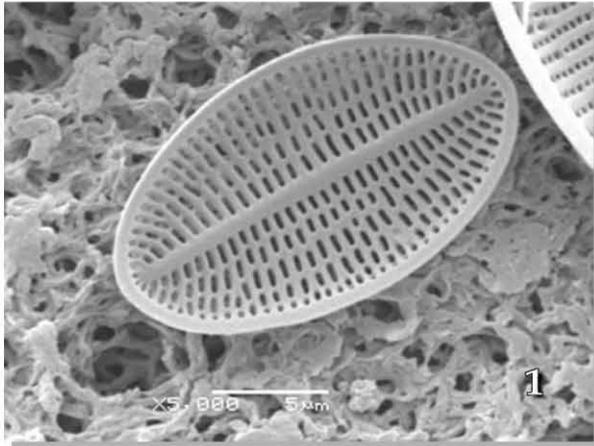


LÁMINA 10.-

Diploneis pseudovalis Hustedt

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar interna, se observa a detalle el nódulo central.

Navicula cryptocephala Kützing

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar interna, mostrando las terminaciones del nódulo central.

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa se observa el nódulo central y el acomodo de las estrías

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar externa se observa en forma detallada la terminación distal del rafe.

Navicula radiososa Kützing

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar externa muestra como esta acomodado el nódulo central.

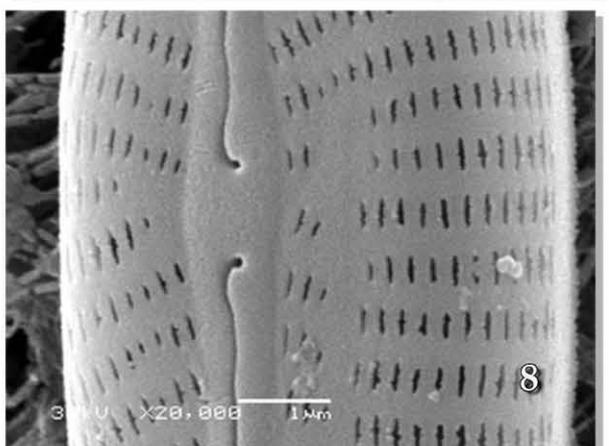
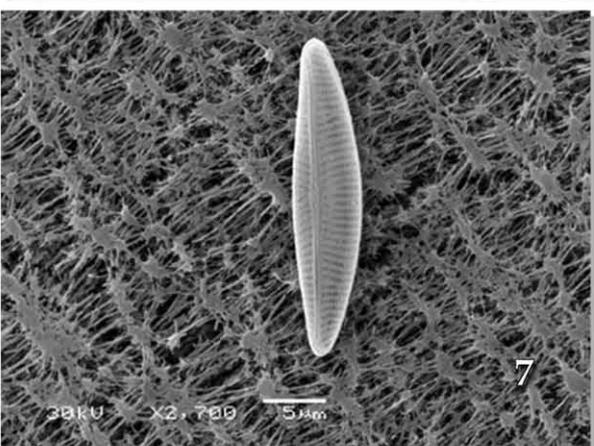
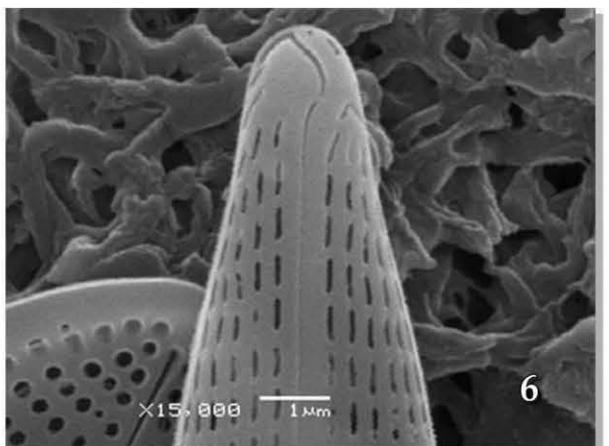
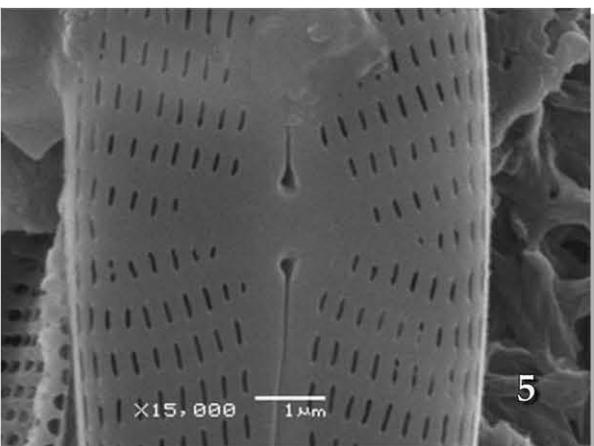
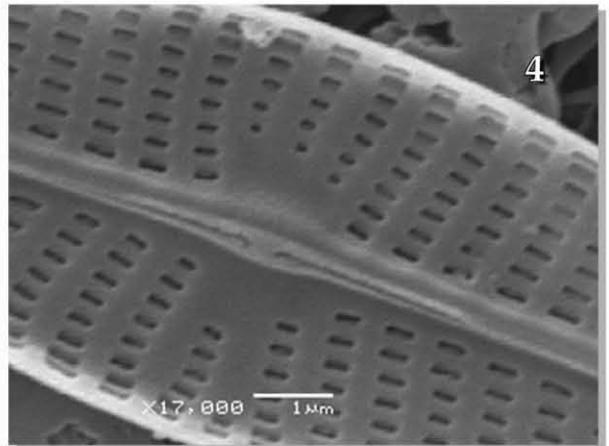
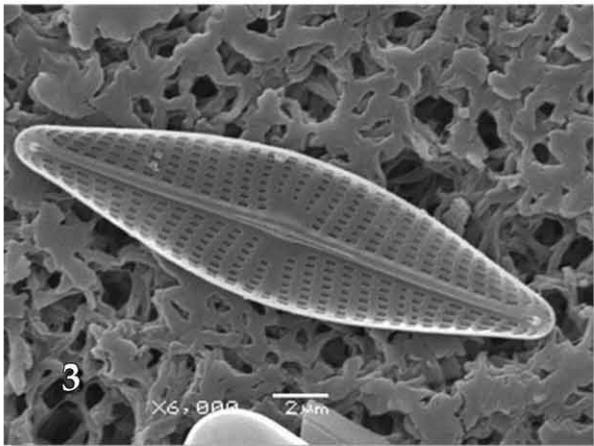
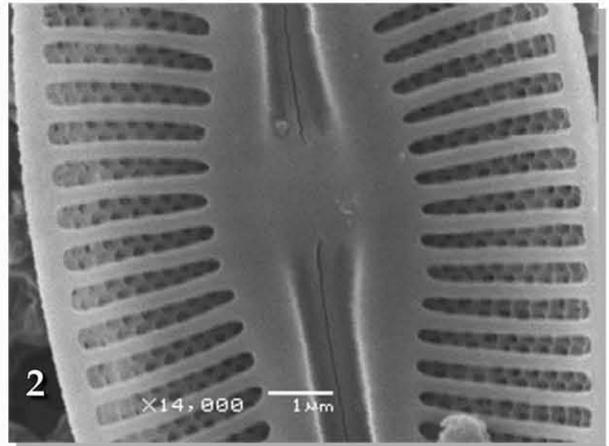
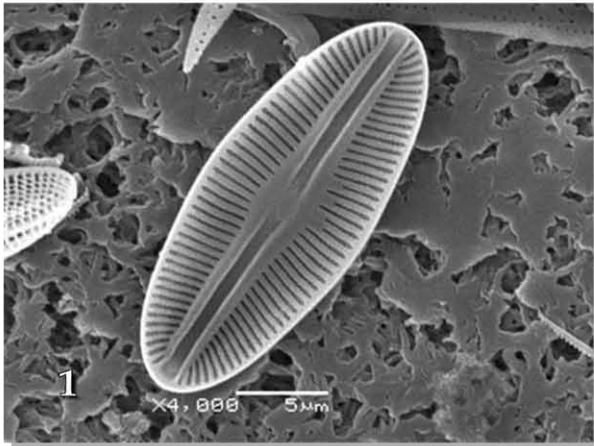


LÁMINA 11.-

Navicula radiososa Kützing

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar externa muestra el arreglo de las estrías y la forma de la terminación distal del rafe.

Caloneis westii (W. Smith) Hendey

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa se muestran las terminaciones proximales del rafe y el arreglo de las estrías

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar externa se muestra la terminación distal del rafe.

Hyppodonta sp.

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa

Fig. 6 Micrográfica con MEB. Vista valvar externa externa se muestra el rafe y el arreglo de las estrías.

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar externa se observa los campos porosos.

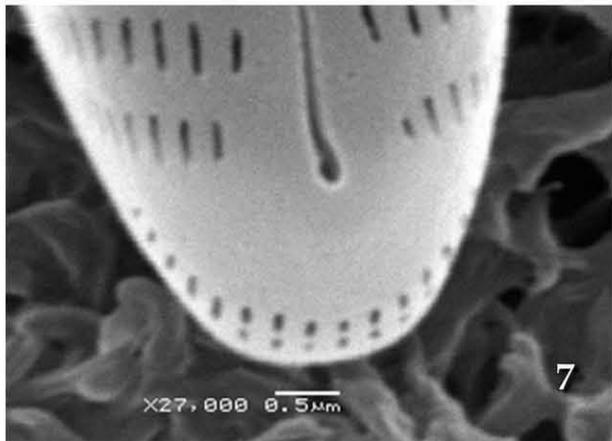
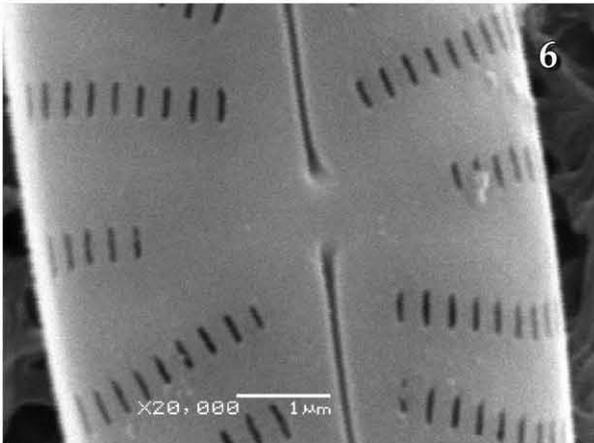
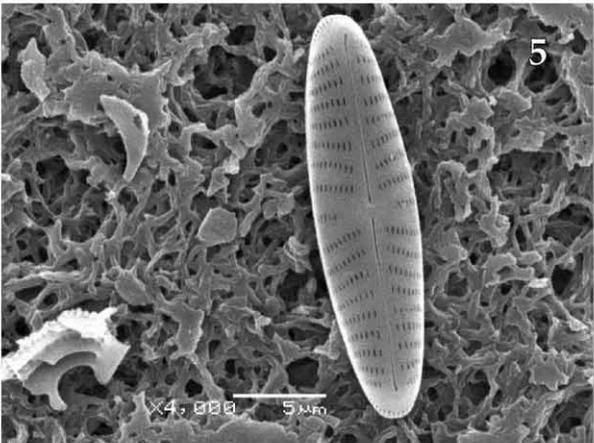
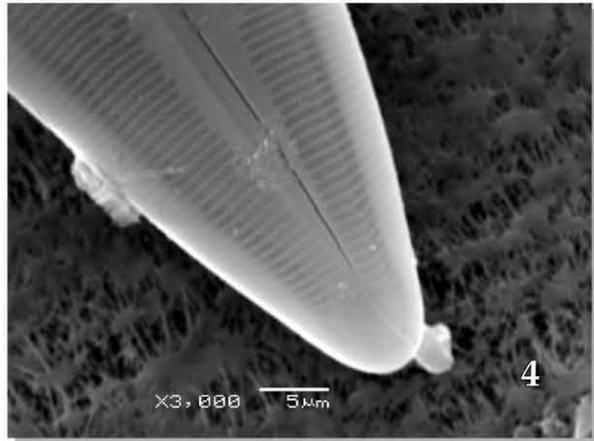
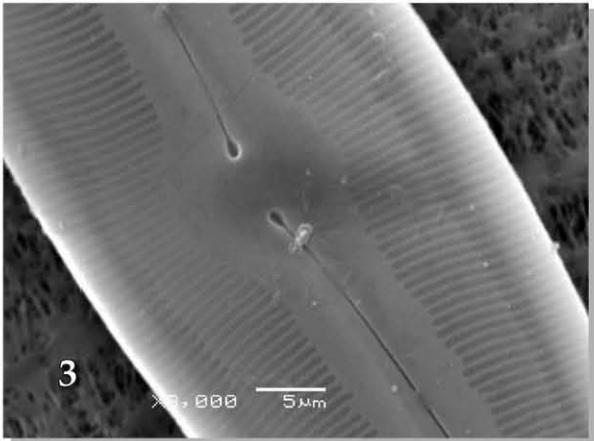
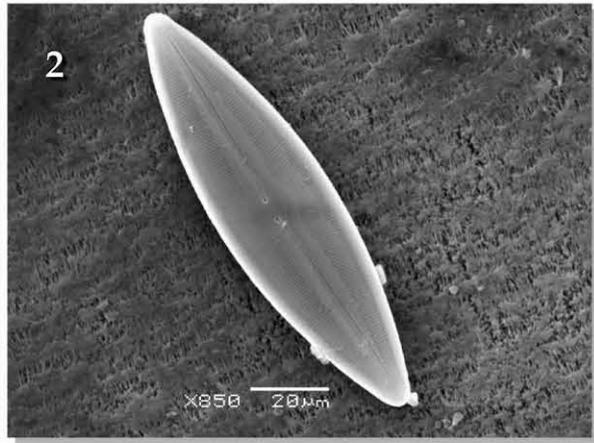
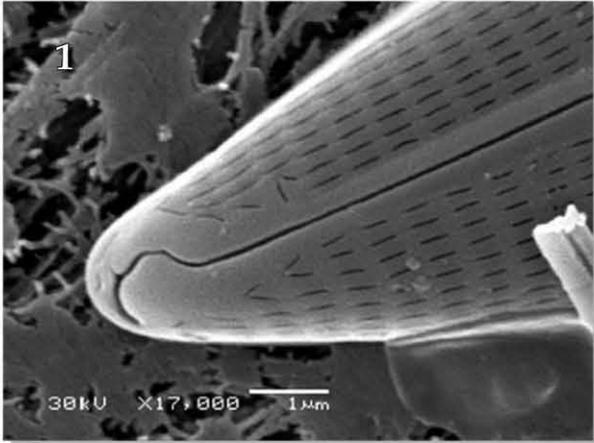


LÁMINA 12.-

Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst

Fig. 1 Micrografía con ML. Vista valvar

Fig. 2 Micrografía con ML. Vista valvar se muestran las terminaciones proximales del rafe.

Stauroneis phoenisenteron (Nitzsch) Ehrenberg

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista externa muestra a detalle como esta acomodado el estauro y las terminaciones proximales del rafe.

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa se observa una depresión en la parte terminal de la valva.

Craticula cuspidata (Nitzsch) Ehrenberg

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar interna.

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando el arreglo de las estrías y las terminaciones proximales del rafe.

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando la terminación proximal del rafe.

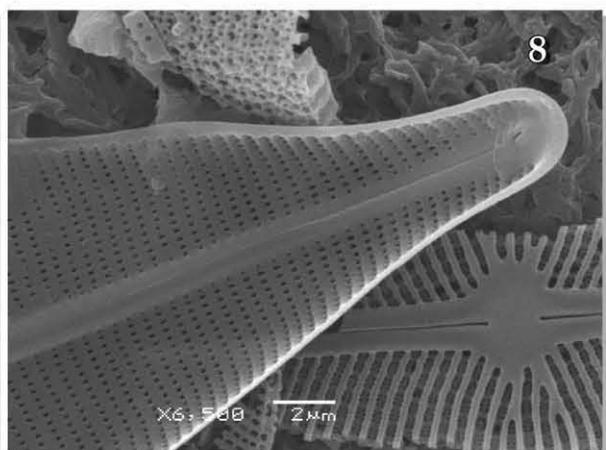
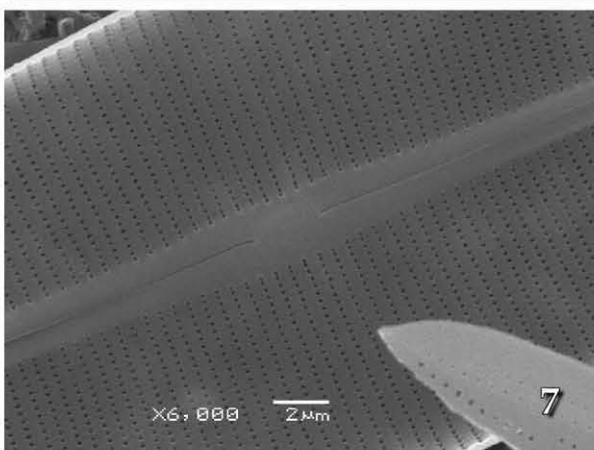
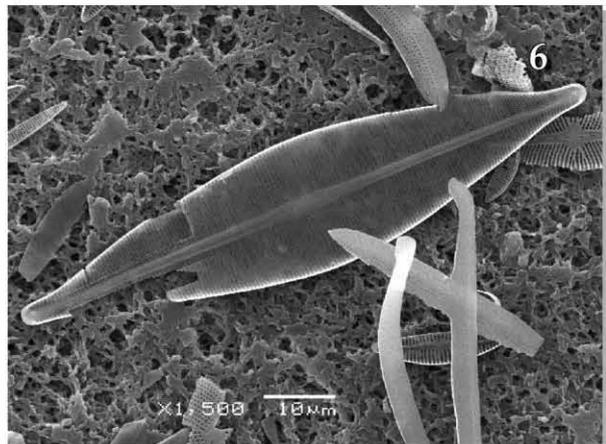
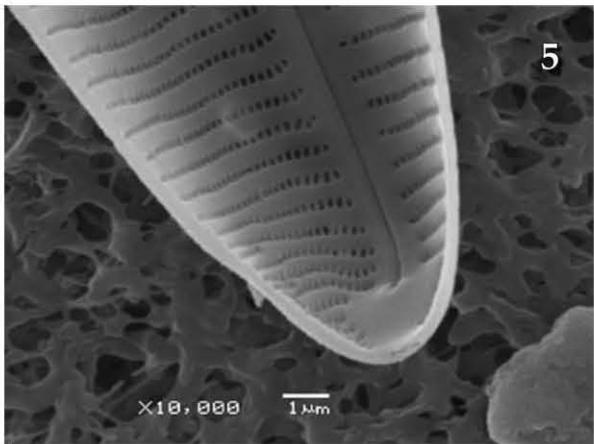
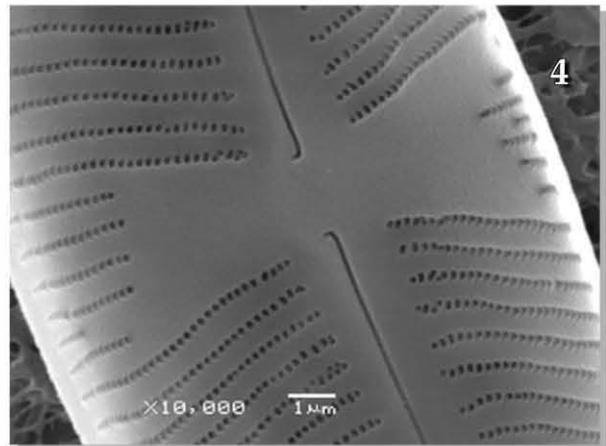
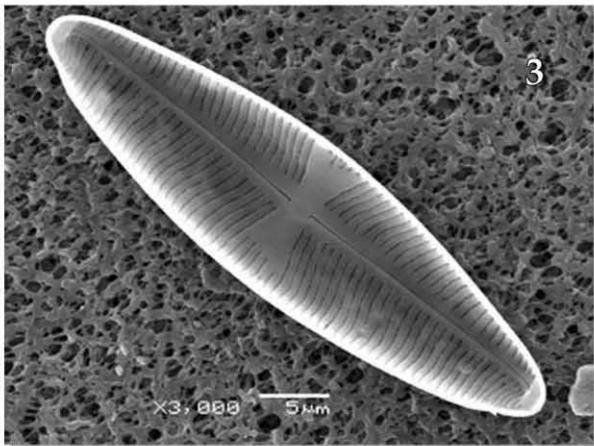
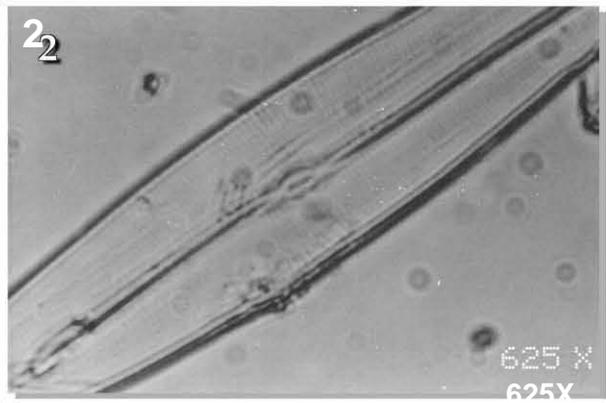


LÁMINA 13.-

Amphora libyca Ehrenberg

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar externa muestra la terminación distal del rafe.

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa muestra la forma del nódulo central

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar externa muestra la terminación distal del rafe.

Amphora pediculus (Kützing) Grunow

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar externa muestra la terminación distal de rafe.

Amphora veneta Kützing

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar interna muestra el nódulo central y las terminaciones proximales del rafe.

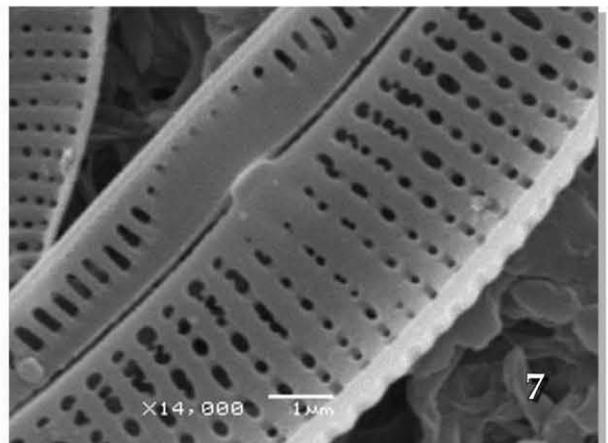
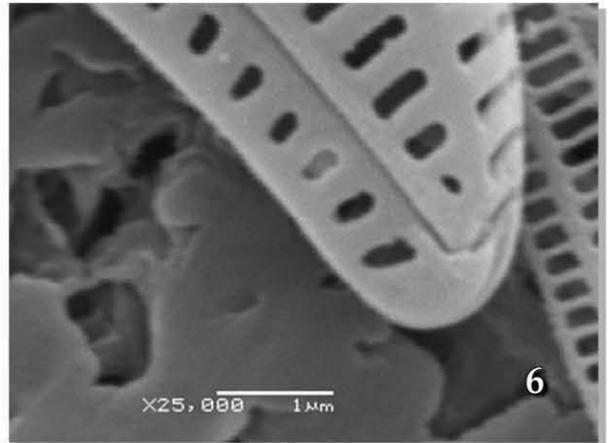
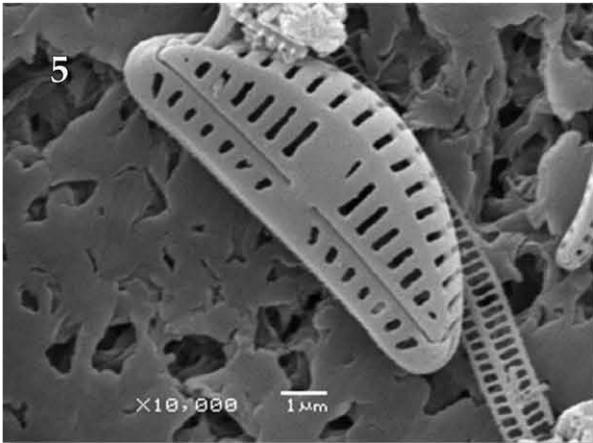
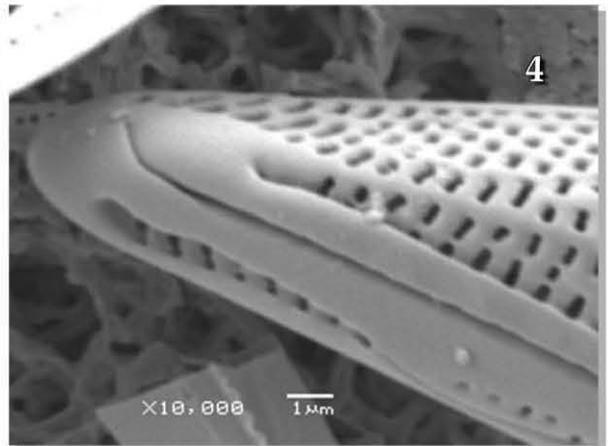
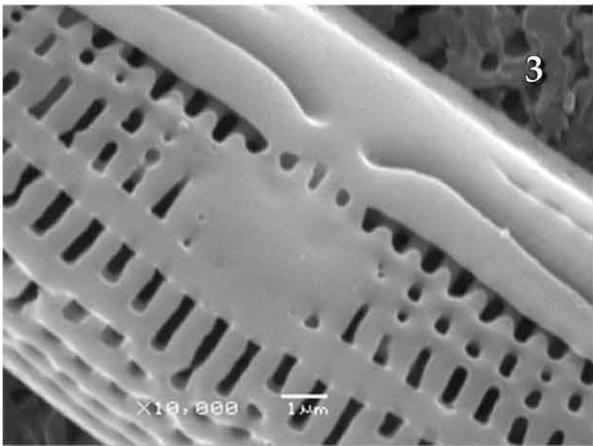
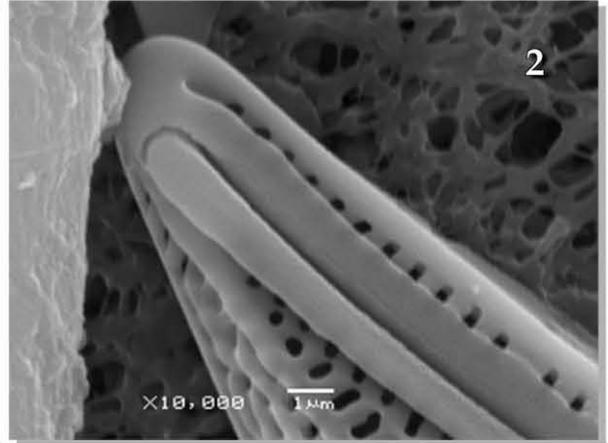
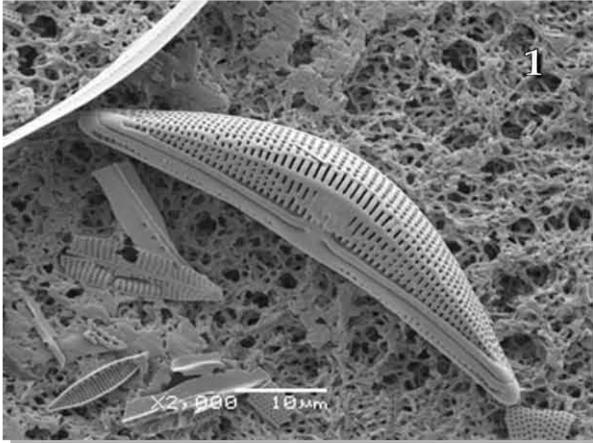


LÁMINA 14.-

Amphora veneta Kützing

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar interna muestra la terminación distal del rafe.

Denticula sp.

Fig.2 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Fig.3 Micrografía con MEB. Vista valvar interna muestra a detalle las estrias

Nitzschia communis Rabenhorst

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow

Diferentes tamaños de esta especie

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

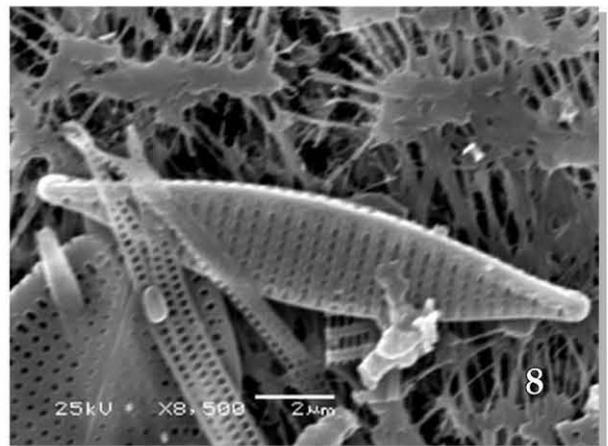
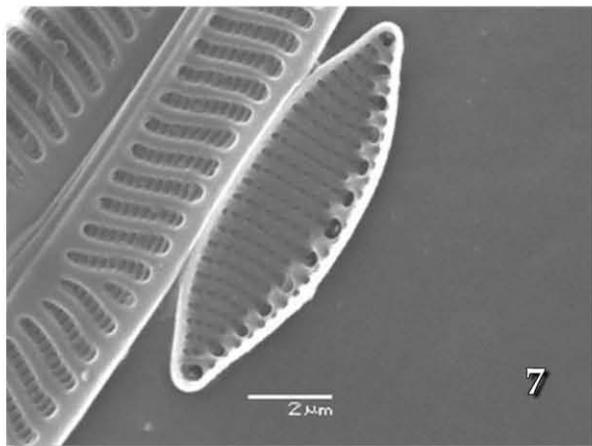
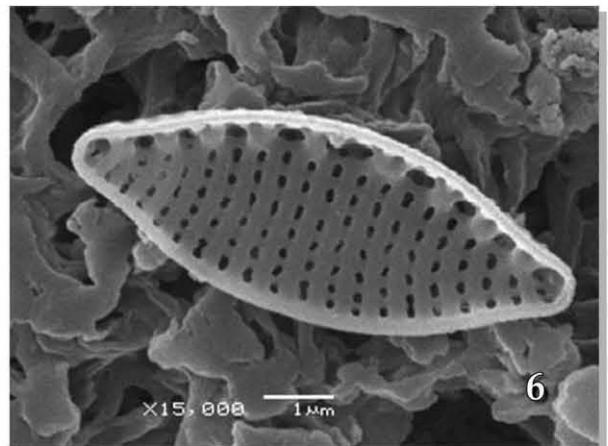
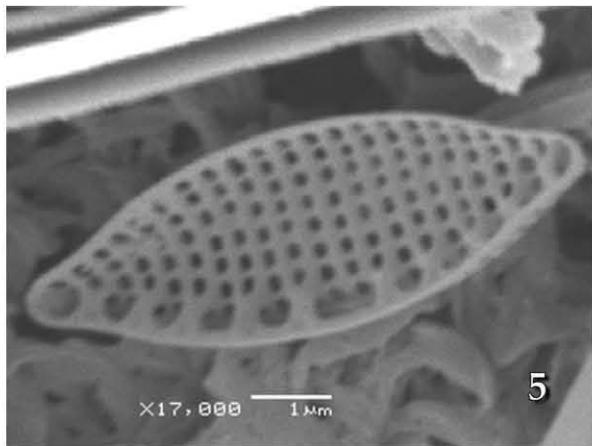
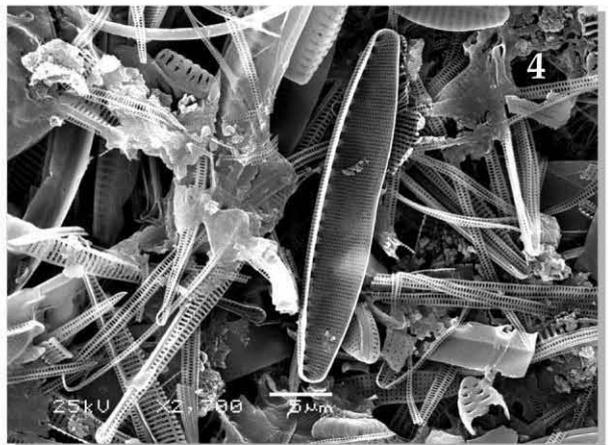
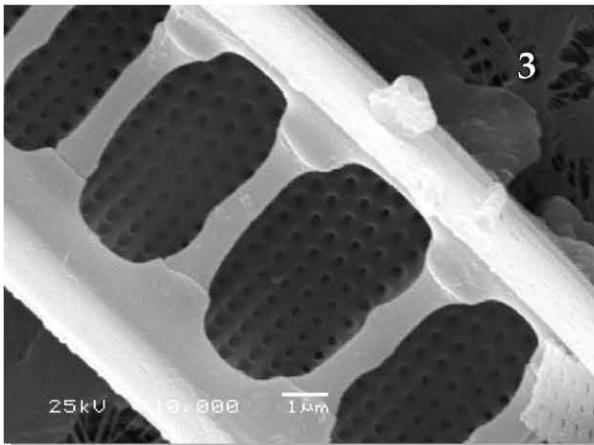
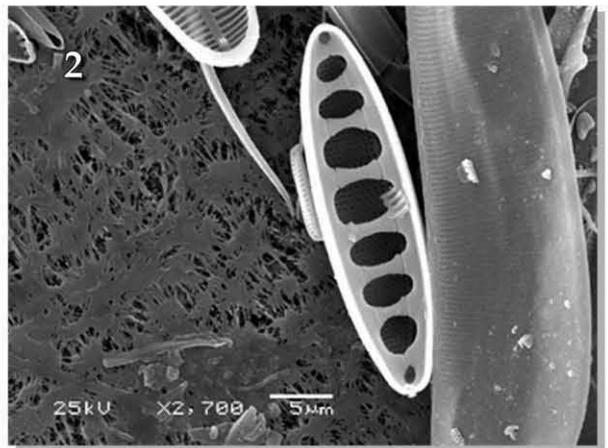
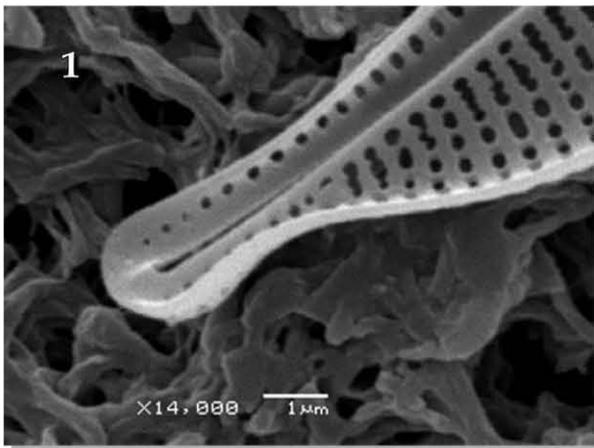


LÁMINA 15.-

Nitzschia gracilis Hantzsch

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar interna del tamaño más grande

Nitzschia recta Hantzsch

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar interna muestra a más detalle la organización de las estrías y la terminación distal del rafe

Nitzschia vitrea Norman

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar interna muestra con más detalle la terminación distal del rafe.

Epithemia argus (Ehrenberg) Kützing

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar externa muestra las terminaciones proximales del rafe y la forma de las estrías.

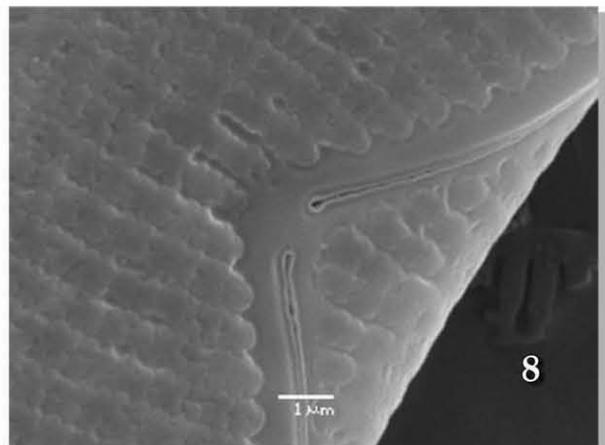
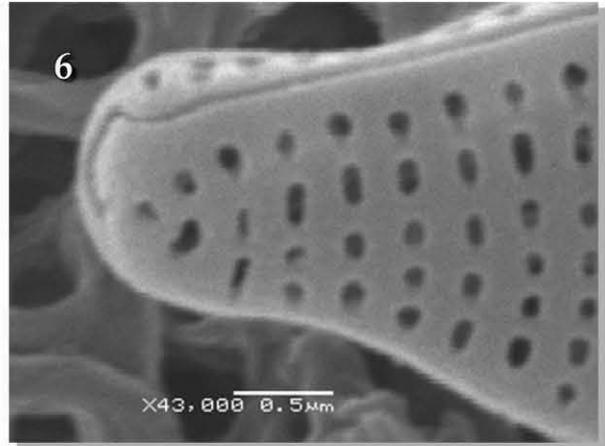
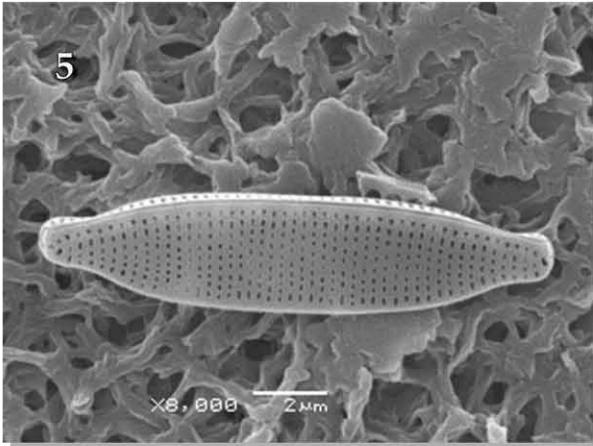
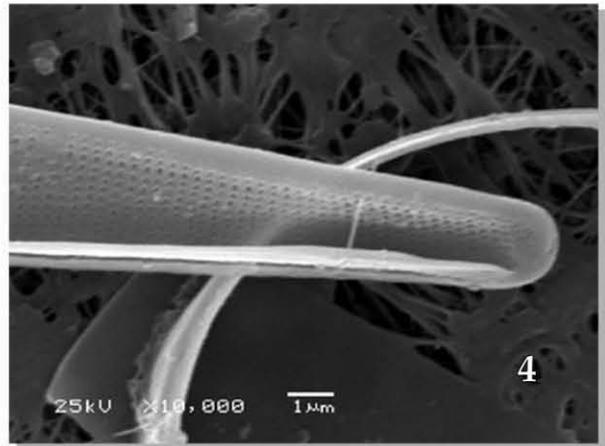
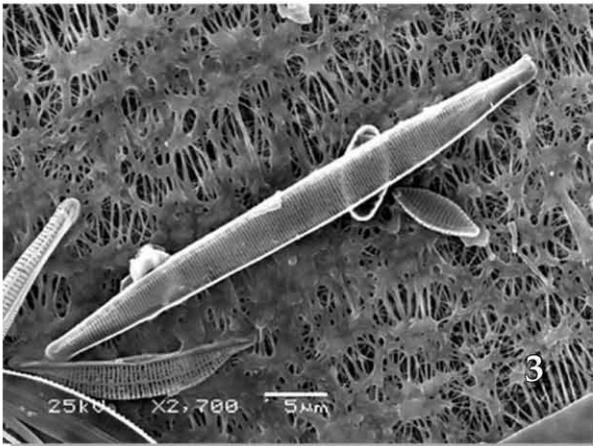
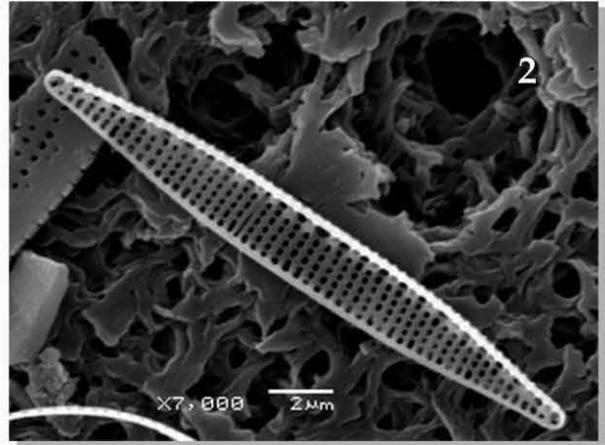
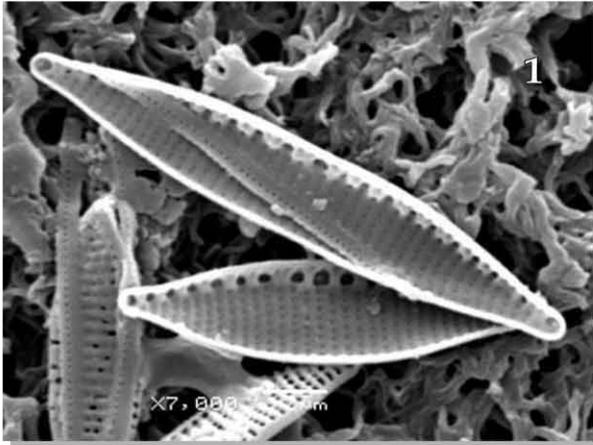


LÁMINA 16.-

Epithemia argus (Ehrenberg) Kützing

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando la terminación distal del rafe.

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando el cíngulo.

Epithemia sorex Kützing

Fig. 3 Micrografía a con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar interna.

Epithemia turgida (Ehrenberg) Kützing

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando las terminaciones proximales del rafe.

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando la terminación distal del rafe.

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar cingular

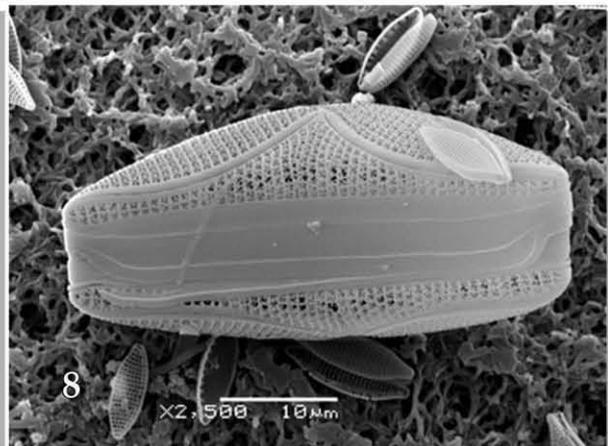
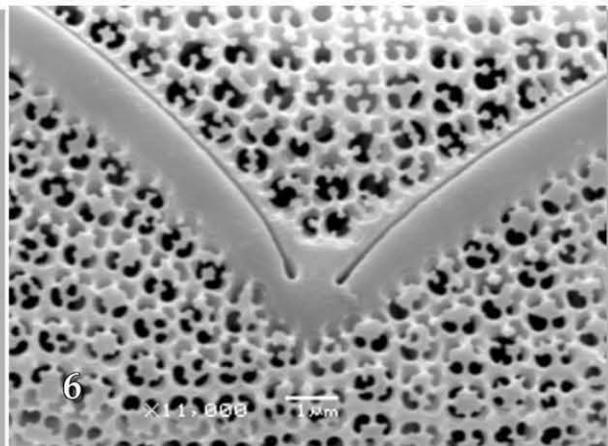
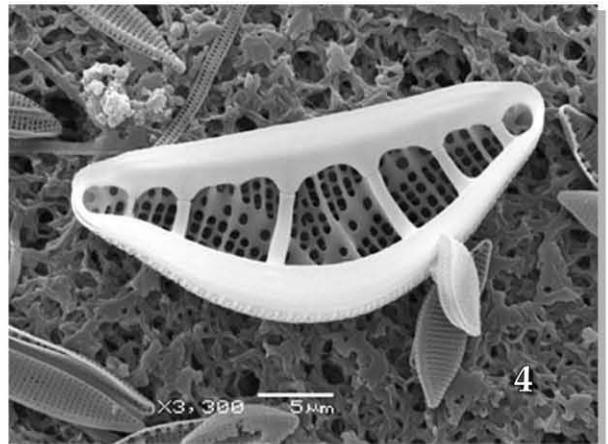
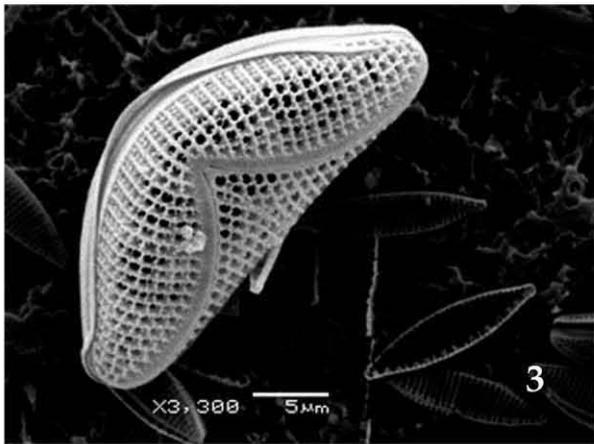
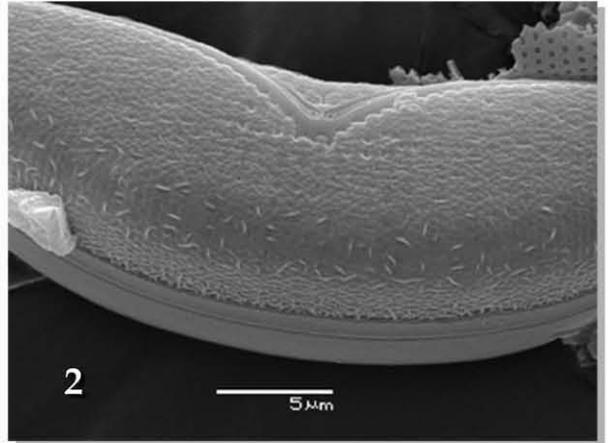
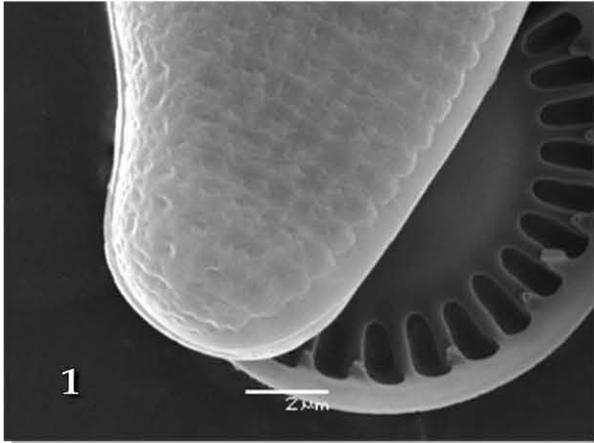


LÁMINA 17 –

Epithemia turgida (Ehrenberg) Kütznig

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O. Müller

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar interna.

Fig.3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando el detalle de las terminaciones proximales del rafe y la forma de las estrías.

Entomoneis alata (Ehrenberg) Ehrenberg

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar.

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar mostrando las costillas

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar mostrando la forma de las estrías

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar mostrando el detalle de las terminaciones proximales del rafe.

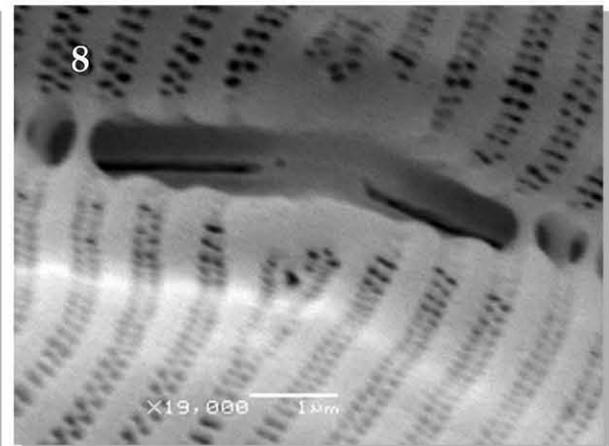
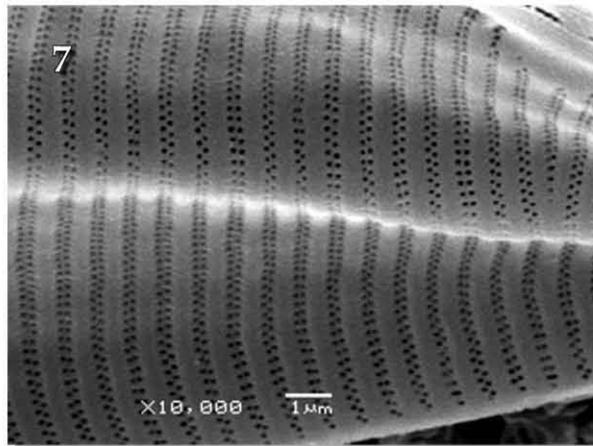
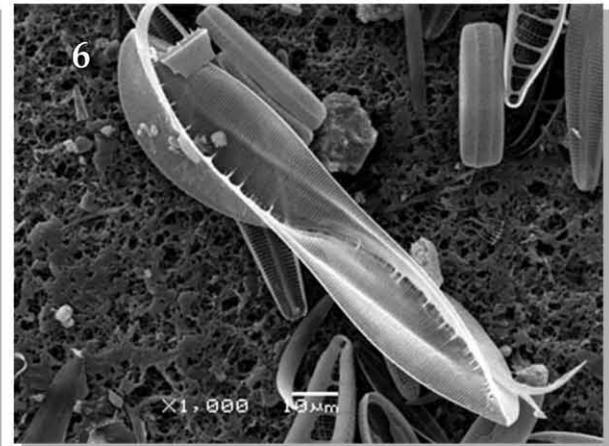
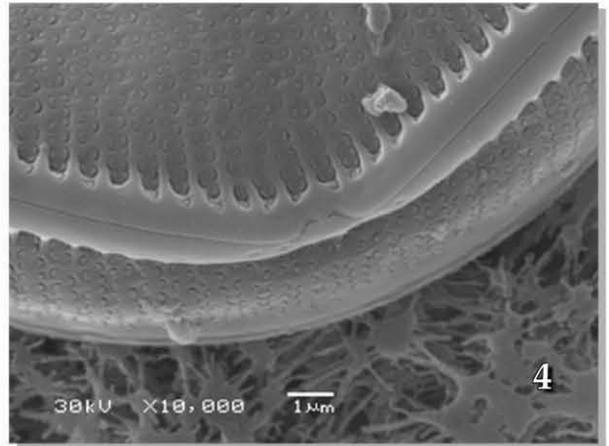
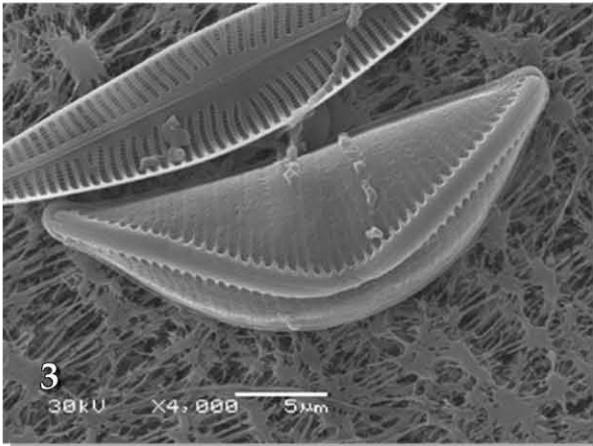
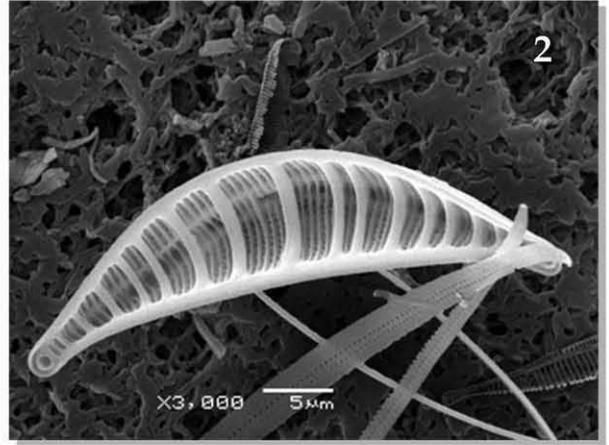
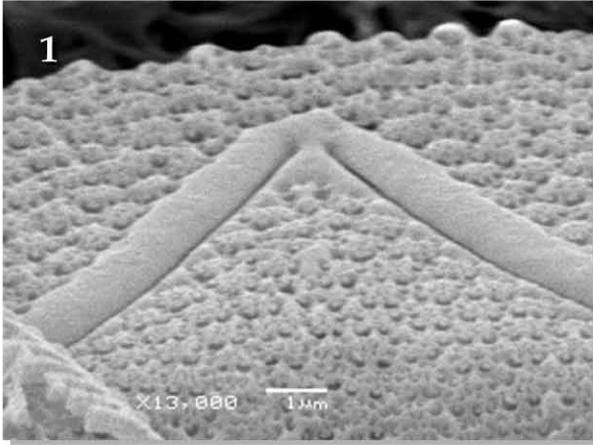


LÁMINA 18

Campylodiscus clypeus Ehrenberg

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando las estrías centrales.

Fig.2 Micrografía con MEB. Vista valvar interna

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando el canal del rafe y las perforaciones de las estrías.

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando la parte central de la valva.

Surirella ovalis (Schuman) Cleve

Fig. 5 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 6 Micrografía con MEB. Vista valvar interna.

Fig. 7 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando el arreglo de las costillas.

Fig. 8 Micrografía con MEB. Vista valvar interna mostrando las estrías.

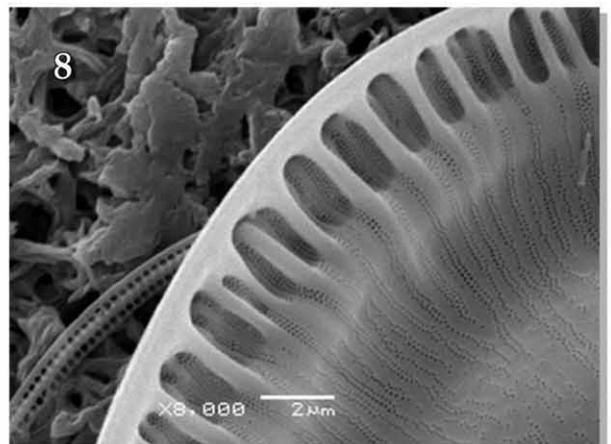
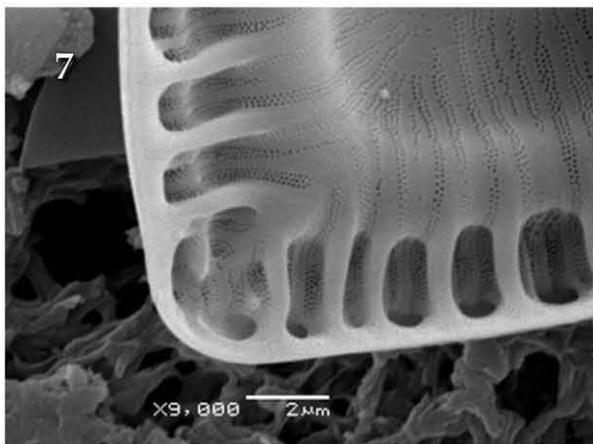
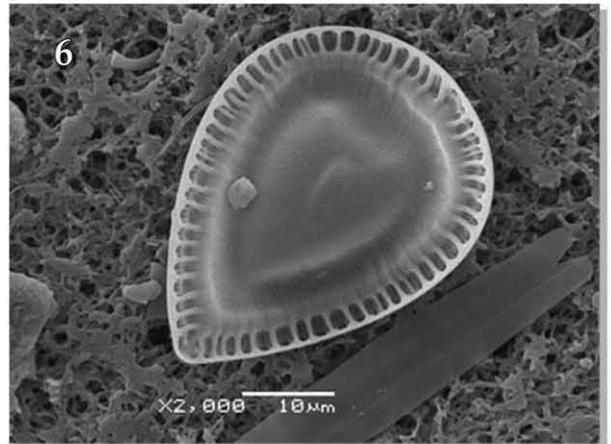
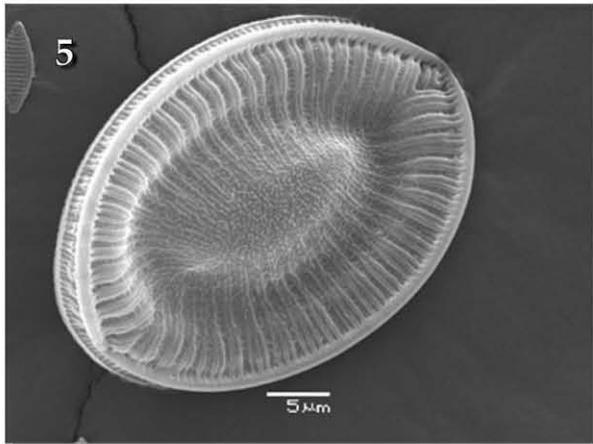
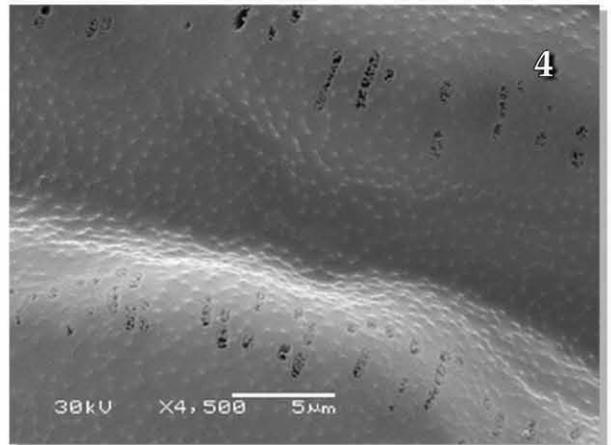
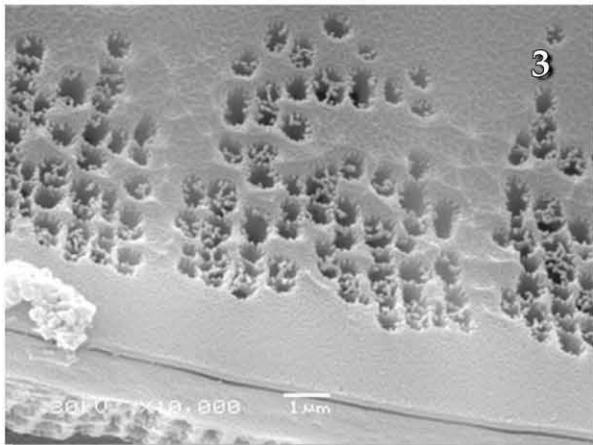
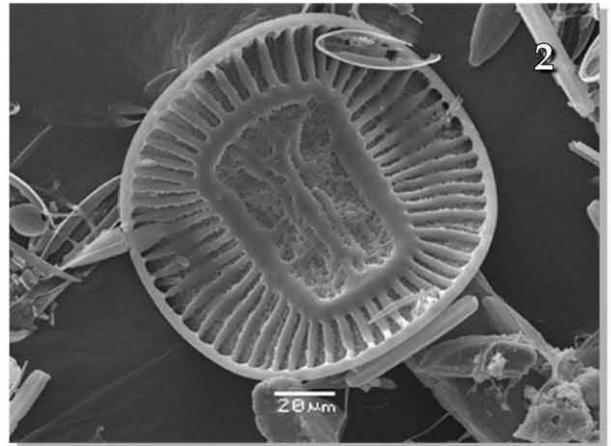
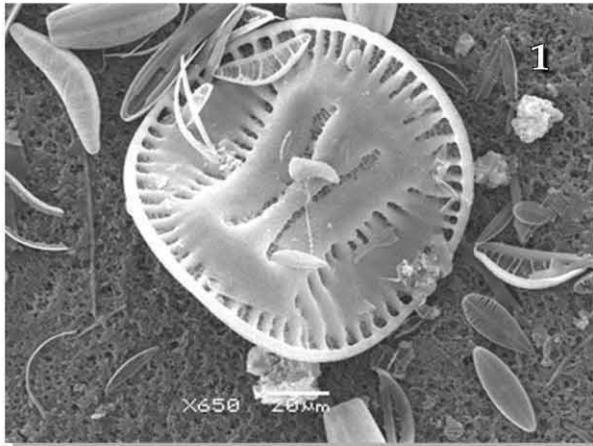


LÁMINA 19 –

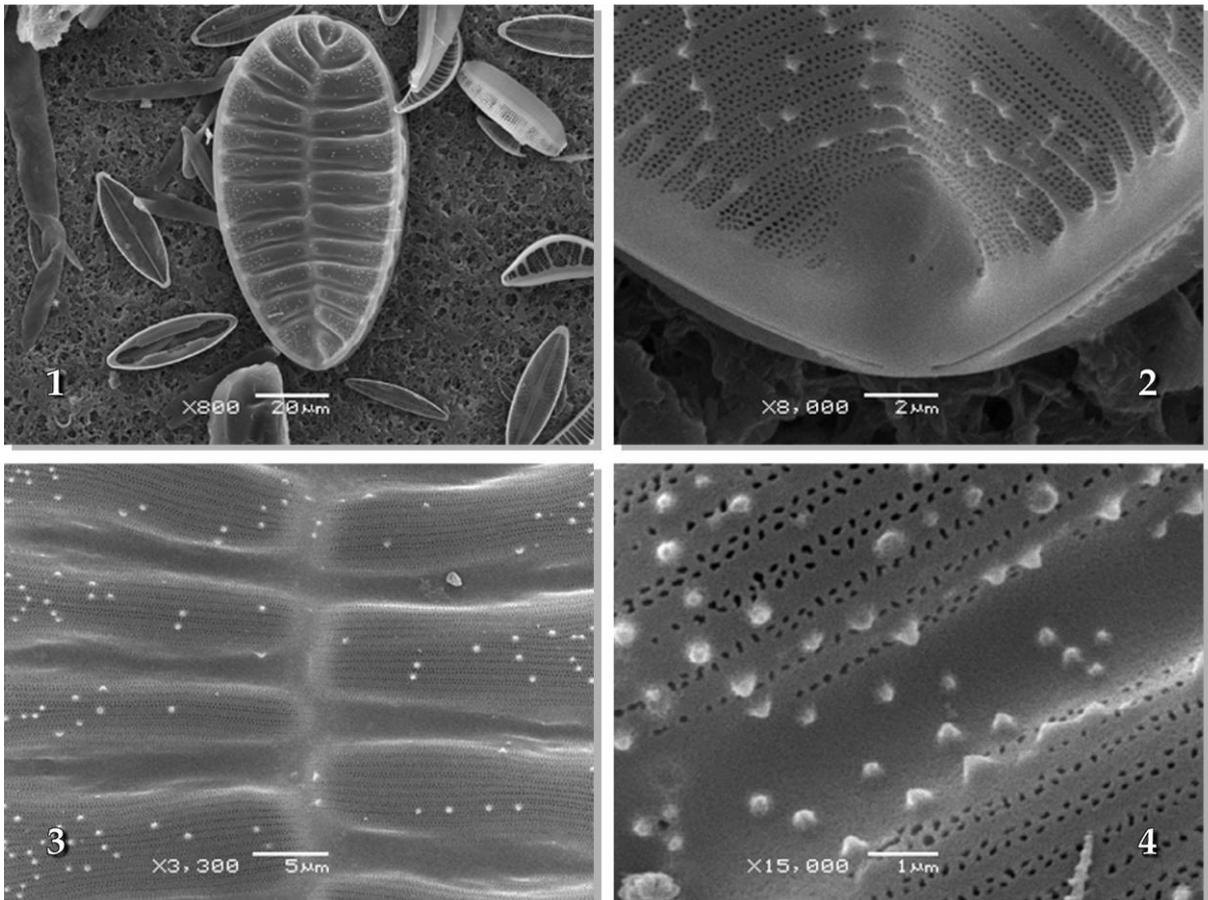
Surirella striatula Turpin

Fig. 1 Micrografía con MEB. Vista valvar externa.

Fig. 2 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando las terminaciones del rafe.

Fig. 3 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando el arreglo de las estrías.

Fig. 4 Micrografía con MEB. Vista valvar externa mostrando las granulaciones de la valva.



Indice de especies

- Achnanthes exigua* Grunow p. 35 Lám. 8
Achnanthes sp p. 35 Lám. 8
Amphora libyca Ehrenberg p. 41 Lám. 13
Amphora pediculus (Kützing) Grunow p. 42 Lám. 13
Amphora veneta Kützing p. 42 Láms. 13 y 14
Anomoeoneis costata (Kützing) Hustedt p. 30 Lám. 4
Anomoeoneis sphaerophora (Ehrenberg) Pfitzer p. 31 Lám. 4
Caloneis westii (W. Smith) Hendey p. 39 Lám. 11
Campylodiscus clypeus Ehrenberg p. 48 Lám. 18
Cocconeis placentula var. *lineata* (Ehrenberg) Cleve p. 36 Lám. 9
Cocconeis placentula var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow p. 36 Lám. 8
Craticula cuspidata (Nitzsch) Ehrenberg p. 41 Lám. 12
Cyclotella alchichicana Oliva, Lugo, Alcocer et. Cantoral p. 24 Lám. 1
Cyclotella choctawhatcheeana Prasad p. 25 Lám. 1
Cyclotella meneghiniana Kützing p. 26 Lám. 1 y Lám. 2
Cymbella cistula (Ehrenberg) O. Kirchner p. 31 Lám. 5
Cymbella mexicana (Ehrenbaerg) Clavel p. 32 Lám. 5
Denticula sp. p. 43 Lám. 14
Diploneis pseudovalis Hustedt p. 38 Láms. 9 y 10
Entomoneis alata (Ehrenberg) Ehrenberg p. 48 Lám. 17
Epithemia argus (Ehrenberg) Kützing p. 46 Láms. 15 y 16
Epithemia sorex Kützing p. 46 Lám. 16
Epithemia turgida (Ehrenberg) Kützing p. 47 Láms. 16 y 17
Gomphoneis olivaceum (Horneman) Brébisson p. 34 Lám. 7
Gomphoneis sp. p. 35 Lám. 7
Gomphonema clavatum (Kützing) Kützing p. 32 Lám. 6
Gomphonema sp1. p. 33 Lám. 7
Gomphonema sp2. p. 34 Lám. 7
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst p. 40 Lám. 12
Hippodonta sp. p. 39 Lám. 11
Mastogloia elliptica (C. Agardh) Grunow p. 29 Lám. 3
Mastogloia smithii Thwaites ex W. Smith p. 30 Láms. 3 y 4
Nanofrustulum shiloi (Lee, Reimer y McEmery) Round, Hallsteinse y Paasche p. 28 Lám. 3

Navicula cryptocephala Kützing p. 38 Lám. 10
Navicula radiosa Kützing p. 39 Láms. 10 y 11
Navicymbula pusilla (Grunow) Krammer, K. nov. com. p. 32 Lám. 6
Nitzschia communis Rabenhorst p. 43 Lám. 14
Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow p. 44 Lám. 14
Nitzschia gracilis Hantzsch p. 44 Lám. 15
Nitzschia recta Hantzsch p. 45 Lám. 15
Nitzschia vitrea Norman p. 45 Lám. 15
Pinnularia brebissonii (Kützing) Rabenhorst p. 37 Lám. 9
Pinnularia sp. p. 37
Pseudostaurosira brevistriata Grunow in Van Heurck p. 29 Lám. 3
Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O. Müller p. 47 Lám. 17
Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg p. 40 Lám. 12
Stephanodiscus niagarae Ehrenberg p. 27 Lám. 2
Surirella ovalis (Schuman) Cleve p. 49 Lám. 18
Surirella striatula Turpin p. Lám. 19