



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIATOMEAS DE UNA ZONA DE JALES
MINEROS DE GUANAJUATO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A ;

GARCIA MEZA JESSICA VIRIDIANA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



FACULTAD DE CIENCIAS
SECRETARIA

1996
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

M. en C. Virginia Abrin Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

"Diatomeas de una zona de jales mineros en Guanajuato"

realizado por García Meza Jéssica Viridiana

con número de cuenta 9150624-7 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis	M. en C. Eberto Novelo Maldonado
Propietario	
Propietario	Dra. Rosa Luz Tavera Sierra
Propietario	M. en C. Enrique Cantoral Uriza
Suplente	Biol. Claudia Ibarra Vázquez
Suplente	Biol. Francisco Valadez Cruz

Novelo
Tavera
Cantoral
Ibarra
Cruz

Coordinación General de Biología

[Firma]
COORDINACION GENERAL
DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Eberto Novalo por ser el director del presente trabajo, por confrontarme de manera tan didáctica y responsable en el estudio de las diatomeas; por que pese a mis aproximaciones erróneas y metidas de pata (durante la colecta, que él no asesoró), acepto ser mi director de tesis, mostrando siempre respeto y un espíritu magisterial generador de una actitud crítica, y por adentrarme en este microscópico, singular y bello grupo de algas.

Al Biólogo Francisco Valadez Cruz, por su constante y siempre útil asesoría, por ser parte importante en mi formación como futura ficóloga y por su amistad

A todos los compañeros del laboratorio de ficología.

Al laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias por facilitarme la infraestructura para la realización de este trabajo.

A las Doctoras Patricia Ponce y Carmen Cano, por el apoyo, y la solidaridad brindados durante mi estancia en el Instituto de Investigaciones en Biología Experimental, Universidad de Guanajuato.

A Fernando y Ana María Alba, por su ayuda durante la colecta.

DEDICATORIA

A todos los mexicanos que en medio de esta crisis económica, política y social luchan dignamente por un país justo, libre y democrático; en particular, a la comunidad del CIE-Sur, en su honesta lucha por un proyecto educativo propositivo.

Y de éstos mexicanos, especialmente:
a mis padres: Sergio y Guadalupe,
Manuel,
a mis hermanos: Ana
Artemio y
Enrique
al Julio de mis Veranos.

en principio....

DIATOMEAS DE UNA ZONA DE JALES MINEROS DE GUANAJUATO

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
Algas	4
Diatomeas	4
ZONA DE ESTUDIO	7
MATERIAL Y METODO	14
ESPALMADOS	19
Generales	19
Descripciones	26
DISCUSIONES	75
CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS	80
BIBLIOGRAFIA	82
ANEXOS	86
LABORES Y FIGURAS	87

RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados de los estudios de comparación en la composición de especies de diatomeas de la Presa Pozuelos y el Arroyo Pozuelos de la zona de desechos mineros o jales del Municipio de Guanajuato, Gto.

Se describieron por primera vez para la región, 101 especies de diatomeas, once de las cuales se registran por primera vez para México; 95 especies fueron determinadas, cinco deberán ser confrontadas y una no se dejó a nivel género.

En el estudio comparativo, se registraron un mayor número de especies provenientes de la presa que del arroyo que colinda con el depósito de jales. Al aplicar un análisis comparativo, se obtuvieron valores del índice de similitud de Jaccard por debajo del 67.50 %; al comparar los dos cuerpos de agua, el índice de similitud es menor del 23.00 %, lo que demostró la existencia de diferencias en la composición de especies de diatomeas para la presa y el arroyo.

Se propone para futuros trabajos, estudios comparativos que incluyan análisis de las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua muestreados, para poder explicar la presencia de las diatomeas.

INTRODUCCION

Una utilidad de las algas es su empleo como indicadores biológicos de la presencia de metales pesados en el ambiente (Keeney et al., 1976), así como para el tratamiento biológico de zonas afectadas por dichos elementos (Harris y Ramelow, 1990; Da Costa y Gomes-Ferreira, 1991), ya que se ha demostrado que algunas especies de algas presentan mecanismos fisiológicos que les permiten tolerar concentraciones elevadas de metales pesados (Laegreid et al., 1983; Brierley et al., 1989; Vymazal, 1990; Gowrinathan & Rao, 1991; Karamushka et al., 1991). Lo anterior es de especial interés considerando la amplia gama de actividades industriales que generan residuos ricos en metales pesados, como lo es la minería.

La minería es una de las actividades de mayor tradición e importancia en México; son veintiocho entidades federativas en el país las que se dedican a esta actividad (Vizcaino, 1975). En todas las fases de la actividad minera (exploración, extracción, beneficio, industrialización e, incluso, abandono) se producen desechos ricos en metales pesados, en menor o mayor grado, entre otros tipos de contaminantes de aire, suelo y de aguas superficiales y subterráneas; además de que la minería genera otro tipo de alteraciones en el medio (deforestación, erosión, desplome de tierras, abatimiento del recurso hídrico). Específicamente, durante el beneficio de minerales se generan residuos mejor conocidos en el ambiente minero como "jales", los cuales son desechados y depositados en reservorios especiales llamados "presas de jales", que cubren ciertas depresiones naturales. En el distrito Minero de Guanajuato, tras más de cuatro siglos de actividad minera prácticamente ininterrumpida, se estima que se han generado más de dos millones de toneladas de jales y que en la actualidad se producen tres toneladas diarias (Ramos, 1991). Parte significativa de éstos proviene de las plantas de beneficio, establecimiento industrial donde se realizan sobre sustancias minerales operaciones de preparación mecánica y tratamiento mineralógico (López, 1984). Los procesos de beneficio mineral se dividen en: (a) trituración, (b) molienda y (c) lixiviación. En esta última, se emplean soluciones de cianuro, mercurio y otros reactivos químicos que, una vez empleados, se concentran en las "colas" junto con los metales no extraídos del mineral; justamente, éste concentrado conforma los jales (Rodríguez y Vergil, 1989). Cabe mencionar que los jales son polvos blanquecinos con partículas de diámetro entre 0,045 y 0,250 mm, por lo que pueden desprenderse fácilmente por acción del viento, y en los que se han detectado cantidades traza de oro, plata, aluminio, fierro, cadmio, cobalto, cobre, magnesio, níquel, plomo, silicio, estroncio y titanio, principalmente (Vizcaino, 1975; Ramos, 1991; Ramos, 1993).

En una descripción dual, los jales han sido catalogados como recursos naturales potencialmente aprovechables, aun que todavía no se ha logrado implementar un proceso de recuperación de los componentes metálicos de interés que sea satisfactorio en términos de pureza del metal y de costo-beneficio. Contrastando con lo anterior, Ortiz-Monasterio et al. (1987) catalogan a los jales mineros como desechos industriales peligrosos, dada la

presencia de cianuro y metales pesados. Sea como recurso natural potencial o como desecho industrial en potencia, y considerando su composición química y sus características fisicoquímicas, los jales mineros representan en la actualidad un foco de contaminación para el medio y un problema latente de salud pública (Bradshaw y Chadwick, 1980).

Jackson (1989) observó en un lago canadiense donde se descargaban desechos mineros con cantidades significativas de zinc, cadmio, cobre, mercurio y fierro, el crecimiento de algas estimulado por la presencia de aguas negras también ahí descargadas; las algas actuaban como "acumuladoras" de metales pesados y, al morir éstas, algunos metales se reincorporaban al sedimento mediante procesos de mineralización. Concluyendo, Jackson propuso promover el crecimiento de algas sobre presas de jales como un mecanismo de bajo costo que permita remover los metales pesados presentes (In: Brierley et al., 1989). Atkinson y Cairns (1994), consideran que si en una presa de jales se promueve el crecimiento de microorganismos tales como las algas se tiene un mecanismo de restauración ecológica. Lo anterior cobra relevancia si recordamos que las algas son organismos pioneros en la colonización de suelos y que juegan un papel importante en la formación de los mismos (Davey, 1988).

Inicié este trabajo por la inquietud de promover la restauración ecológica de las presas de jales fomentando el crecimiento de algas. Comencé una investigación bibliográfica que me permitiera conocer las características de los jales, por un lado, y un trabajo retrospectivo sobre las algas presentes en estos desechos, por otro lado. En estudios pioneros sobre microbiota de jales, se han enlistado algunos géneros de algas, sin precisar las especies, excepto a *Cladophora glomerata* (Ramos 1991; Ramos 1993; García-Meza et al., 1995). Aunado a lo anterior, no existe un listado de algas del Municipio de Guanajuato; evidenciándome que el "uso" del recurso se dificultaría ante el desconocimiento del mismo. Por lo anterior, decidí enfocar mi trabajo en el estudio de la ficoflora potencial para el Municipio de Guanajuato, en específico, la flora diatomológica. Puesto que mi incursión al estudio de las algas iba a comenzar, creí conveniente iniciarlo concentrándome en un grupo, conocerlo, familiarizarme y, si se quiere entender de esta manera, entrenarme en el estudio del mismo; sin que pretenda resaltar por el momento la importancia aislada de las diatomeas en las zonas de jales. Como lo señala Ibarra (1992), con estudios de este tipo se pretende resaltar la diversidad de especies del grupo presentes en la región. Opté por las diatomeas por su reconocida utilidad como indicadores de factores ambientales.

En términos de lo planteado anteriormente, los objetivos particulares de esta tesis son:

- Comenzar la creación de una flora diatomológica regional, con especial énfasis a las diatomeas presentes en zonas de jales.
- Comparar la composición de especies de diatomeas en dos tipos de cuerpos de agua: presa de temporal y arroyo que emerge de la misma y colinda con un montículo de jale antiguo, el cual, finalmente, forma parte del lecho del arroyo.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS ALGAS

"El término alga es el nombre común, sin valor taxonómico, empleado para designar a un conjunto extremadamente variable, heterogéneo y complejo de organismos autótrofos que realizan la fotosíntesis, con niveles de organización comparables, producto de evoluciones paralelas, ya que las algas son un grupo polifilético; es decir, a partir de ancestros diferentes han manifestado respuestas similares a presiones de selección semejantes, resultando caminos evolutivos paralelos entre los descendientes de los diversos grupos ancestrales. El grupo de las algas comprende aproximadamente 30 000 especies que difieren notablemente en su forma, tamaño, metabolismo, tipo de ciclo de vida, estructura celular, composición bioquímica y hábitat" (González-González 1987, 1992).

Las algas se diferencian de las plantas por carecer de órganos multicelulares de reproducción sexual; en algas unicelulares, el organismo por sí mismo funciona como gameta; en algunas algas multicelulares, las gametas se generan en gametangios unicelulares, mientras que en otras los gametangios son multicelulares pero cada célula que conforma el gametangio puede originar un gameto.

Margulis y Schwartz (1985) consideran a las algas nucleadas dentro del reino Protoctista y dos grupos pertenecientes al linaje de los procariotes: las cianobacterias (antes algas verde-azules o cianofitas) y las Prochlorofitas, por lo que se incluyen en el reino Monera. Según Ettl et al. (1986) se reconocen 19 clases de algas, una clase del linaje procarionte: Cyanophyceae y 18 del linaje eucarionte: Euglenophyceae, Conjugatophyceae, Charophyceae, Prasinophyceae, Chlamydomphyceae, Oedogoniophyceae, Codiolophyceae, Briopsidophyceae, Chlorophyceae, Raphidophyceae, Xantophyceae, Eustigmatophyceae, Dinophyceae, Bacillariophyceae, Crysoophyceae, Haptophyceae, Rhodophyceae y Cryptophyceae. Estas clases difieren en su organización celular, pigmentación, composición química de la pared celular, productos de almacenamiento, presencia y característica de flagelos, así como otros caracteres.

Independientemente de sus relaciones filogenéticas existen otros criterios como las similitudes morfológicas, fisiológicas y ecológicas, a partir de las cuales se pueden conformar a las algas no sólo como un grupo funcional relacionado filofenéticamente (González-González, 1992).

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS DIATOMEAS

Las Bacillariophyceae o diatomeas son algas eucariontes, esencialmente unicelulares y uninucleadas, de hábito cocoide, solitarias o formando agregados, libres o fijas al sustrato por simple adhesión o mediante pies mucilaginosos; usualmente microscópicas, que se caracterizan por su pared celular o frústulo rico en sílice, de estructura, forma y ornamentación muy variada. Suelen constituir una fracción importante del fitoplancton y del fitobentos, por lo que son un importante grupo en la base de las cadenas tróficas. Aunque fotosintetizadoras en

esencia, las diatomeas requieren materia orgánica para su desarrollo, así como sílice para sintetizar el frústulo. Se han reportado especies mixotrofas. Las sustancias de reserva son crisolaminarina y grasas (Patrick, 1945; Patrick & Reimer, 1966; Margulis y Schwartz, 1985; Margalef, 1983; Maidana, 1985; Round et al., 1990). Cloroplastos amarillo-verdosos o pardos, debido a la presencia de clorofilas a y c, carotenos y xantofilas (fucoxantina, diadinoxantina y diatoxantina) (Maidana, 1985). Los cloroplastos pueden ser numerosos o pocos y varían en forma y tamaño. La abundancia de carotenoides dan a las diatomeas un tono pardo brillante (Patrick, 1945).

El frústulo es una bivalva, formada por:

Frústulo = epiteca + hipoteca

Frústulo = epivalva + cingulo + hipovalva.

La estructura y ornamentación del frústulo es variada, de patrones claramente definidos dentro de un taxon, por lo que tienen un gran valor taxonómico (Patrick & Reimer, 1966; Bourrelly, 1968). Considerando su composición, el frústulo consiste en dos porciones: una interna de naturaleza orgánica (sustancias diatopécticas, diatopectinas) y una externa de naturaleza sílica (Maidana, 1985).

Sexualidad avanzada; pasan la mayor parte de su ciclo de vital en fase diploide y la meiosis tiene lugar justo antes de la formación de gametas haploides. Reproducción sexual por oogamia (centrales), iso y anisogamia (pennales). Las gametas no fecundadas pueden dar lugar a auxosporas haploides (Maidana, 1985). La división celular por mitosis es más frecuente que la reproducción sexual. En la división celular, cada célula hija retiene una de las valvas de la célula madre y produce luego una valva nueva que encaja con la heredada; este comportamiento implica una gradual disminución del tamaño de la diatomea, tendencia que se ve contrarrestada con la formación de auxosporas (Margulis y Schwartz, 1985). Algunos géneros pueden formar cadenas que pueden ser separables o inseparables; en el último caso, la separación de los individuos ocurre por una división celular heterovalvar que determina la formación de valvas terminales morfológicamente diferentes a las intercalares (von Stosch, 1977 In: Maidana, 1985).

Son ubicuas en su distribución; de hecho, están presentes en todos los hábitats donde hay luz suficiente para realizar la fotosíntesis: dulceacuícolas, en agua salobre, marinas, terrestres o subaéreas. De las acuáticas las hay planctónicas y bentónicas. Algunas especies son tolerantes a diversas condiciones ecológicas; sin embargo, Round et al. (1990) comentan que no se han registrado diatomeas termófilas ni en ambientes hipersalinos (Patrick y Reimer, 1966; Bourrelly, 1968; Novelc 1978; Maidana, 1985; Round et al., 1990). La distribución específica de ciertas especies así como la relativa abundancia, ha sido muy útil para usarlas como indicadoras de las condiciones del agua donde se desarrollan. Así mismo, se les considera muy útiles como indicadoras de variaciones en las condiciones del medio, incluyendo: acidificación, eutroficación, cambio climáticos, tanto en paleo como en neoambientes (Patrick, 1945; Bourrelly, 1968; van Dam et al., 1994).

Las diatomeas son relativamente recientes; aparecen en el Cenozoico y alcanzan su auge en el Mioceno (Margalef 1983); las especies marinas son del Cretácico y los tipos dulceacuicolas del Oligoceno (Patrick y Reimer, 1966).

En función del grado de simetría de las valvas, las diatomeas se han clasificado en Orden Centrales (céntricas, simetría más o menos radiada alrededor del eje pervalvar; reproducción oógama) u Orden Pennales (simetría bilateral, más o menos modificada, con respecto al eje apical; reproducción isógama). Las Pennales, a su vez, se dividen en dos subórdenes: Rhaphidineae (presentan rafe) y Arhaphidineae (carecen de rafe).

El rafe es una hendidura que corre a lo largo del eje apical y pone en comunicación el interior con el exterior de la célula. A través del rafe, un movimiento del protoplasma se transmite al exterior de la célula permitiendo así el movimiento de la diatomea, lo que indica la adaptación a vivir sobre sustratos. Las diatomeas que presentan rafe sólo excepcionalmente forman parte del plancton. Las centrales son genuinamente planctónicas (Margalef, 1983).

CLASIFICACION DE LAS FAMILIAS DE DIATOMEAS

sensu Simonsen, 1979 In: Krammer y Lange-Bertalot, 1986

Clase: BACILLARIOPHYCEAE

Orden: Centrales

Suborden: Coscinodiscineae

Familia: Thalassiosiraceae Lebour 1930

Familia: Melosiraceae Kützing 1844

Familia: Coscinodiscaceae Kützing 1844

Familia: Hemidiscaceae Hendey 1937

Suborden Rhizosoleniineae

Familia: Rhizosoleniaceae Petit 1888

Familia: Biddulphiaceae Kützing 1844

Familia: Chaetocerae H.C.Smith 1872

Orden Pennales

Suborden Araphidineae

Familia: Fragilariaceae Hustedt 1930

Suborden: Rhaphidineae

Familia: Eunotiaceae Kützing 1844

Familia: Achnantaceae Kützing 1844

Familia: Naviculaceae Kützing 1844

Familia: Ephitemiaceae Grunow 1860

Familia: Bacillariaceae Ehrenberg 1840

Familia: Surirellaceae Kützing 1844

ZONA DE ESTUDIO.

1. Ubicación Geográfica.

1.1. Municipio de Guanajuato.

El Municipio de Guanajuato se localiza entre los paralelos 20° y 21° 45' N y los meridianos 102° y 100° O; limita con los siguientes municipios: al norte con San Felipe, al sur con Salamanca e Irapuato, al este con Dolores Hidalgo y al oeste con los municipios de Silao y León; su altitud promedio es 2150 msnm y tiene una extensión de 1010.70 Km (mapa 1). Su cabecera municipal y capital del Estado es la Ciudad de Guanajuato. (Izaguirre y Domínguez, 1987; INEGI-Gob. del Edo. de Gto., 1993).

1.2. Ciudad de Guanajuato.

La ubicación geográfica de la Ciudad de Guanajuato está dada entre los meridianos 101° 15' 20'' y 101° 26' 0 y los paralelos 21° 01' 01'' y 21° 14' N, a 2008 msnm. La Ciudad de Guanajuato se incluye en el Distrito Minero de Guanajuato (mapa 2).

1.3. Zona de colecta.

Los cuerpos de agua elegidos para la colecta se localizan al suroeste de la Ciudad de Guanajuato. Entrando a la ciudad por la carretera Silao-Guanajuato (No. 116), se toma la desviación que lleva al Complejo Administrativo de Pozuelos, a un costado del cual se localiza la presa de Pozuelos, de la que emerge el Arroyo Pozuelos, mismo que desemboca en el Río Guanajuato (mapa 3).

2. Características del Municipio de Guanajuato.

2.1. Fisiografía

El Municipio de Guanajuato se localiza en la región fisiográfica de la Mesa Central, región caracterizada por la presencia de amplias llanuras interrumpidas por sierras diversas de naturaleza volcánica, en su mayoría. La Sierra de Guanajuato es una de las mencionadas discontinuidades de la región. Esta sierra ocupa la mayor parte del territorio municipal, y cuenta con diversas elevaciones cuyas altura media se estima en 2400 msnm. Las principales elevaciones del Municipio son los cerros: La Giganta, El León, San Miguel, El Pelón, Las Chorreadas, Sirenas, Coronel y El Cristo (INEGI, 1993).

2.2. Geología.

La Mesa Central se compone de las rocas más antiguas del Estado: metamórficas del Triásico-Jurásico, sedimentarias de origen marino del Cretácico-Terciario e Igneas intrusivas y extrusivas del Terciario; el Cuaternario está representado por aluviones (en valles y llanuras de la provincia fisiográfica), así como por rocas sedimentarias. Son dos los aspectos geológicos relevantes de esta región: los recursos minerales y los acuíferos subterráneos. Los recursos minerales abarcan el distrito minero de Guanajuato, distrito notable por la presencia de la "Veta Madre", "La Luz" y la "Veta de las Sierras", que, en su total, abarcan 220 Km. (Guiza, 1949), estructuras que ha mantenido la actividad minera del Distrito por más de 450 años, principalmente por la extracción de oro y plata. Los criaderos minerales están

contenidos en lutitas, en rocas metamórficas o en rocas efusivas. Los yacimientos minerales son metálicos y no metálicos; los primeros con minerales argentíferos con leyes de plata y, en menor proporción, auríferos (Guiza, 1949).

Los principales suelos de la región son Faozems: suelo pardos de textura media a fina, poco fértiles, de 15 a 40 cm de profundidad, casi siempre de un solo horizonte; los hay lúvicos (con acumulación de arcilla en el subsuelo) y háplicos (una sola capa oscura y suave y carece de arcilla). La fase es lítica (lecho rocoso), pero hacia las llanuras la fase es dúrica (duripan a menos de 50 cm de profundidad) y son suelos más fértiles aunque más erosionados. En esta última, los suelos se emplean para agricultura de temporal (INEGI, 1993).

2.3. Hidrología

En el Estado de Guanajuato existen dos cuencas hidrológicas determinadas por los razgos montañosos: cuenca Pacífico-Lerma y cuenca del Golfo de México. De hecho, el estado de Guanajuato está comprendido en las regiones hidrológicas "Lerma-Chapala-Santiago", que abarca la mayor parte del Estado (52 990 Km²), y la región "Alto-Río Pánuco", en la zona norte del estado (4 872 Km²). La división entre estas dos regiones es un tramo del parte aguas-continental, ya que la primera región drena al Golfo de México y la segunda drena al Océano Pacífico (Guiza, 1949; INEGI, 1993). El Municipio pertenece a la Región Hidrológica RH12, y esta subdividido en dos subcuencas: la del Río Guanajuato y la Río Laja-Pañuelitos (INEGI, 1993).

Entre los intrincados cerros de la Sierra de Guanajuato y, principalmente durante la época de lluvia, se forman numerosas corrientes de agua o arroyos, que escurren rápidamente de la sierra hacia los valles. La mayoría de los arroyos desembocan en el Río Guanajuato que, finalmente, desagua en el Río Lerma. Las principales corrientes de agua del Municipio son los ríos Guanajuato, El Cubo, San Juan, El Gigante, Grande, Rancho Viejo y Santa Rosa, los arroyos Ojo de Agua, La Escondida, El Chorro y Pozuelos. Los cuerpos de Agua más importantes de la región son las presas de La Purísima, La Zanja, La Soledad, La Peregrina y Pozuelos (Guiza, 1949; Izaguirre y Domínguez, 1987; INEGI, 1993).

2.4. Climas.

En el Municipio se distinguen básicamente dos tipos de clima: en las zonas de mayor altitud, el clima templado subhúmedo con lluvias en verano y lluvias aisladas en invierno. En la zona media, el clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es 17.9° C, con temperatura máxima en verano de 36° C y temperatura mínima invernal de -3.0° C. Precipitación pluvial media anual de 659 a 691.5 mm. Viento dominante de este a noroeste, con velocidad media de 4.6 m/seg. (Guiza, 1949; Izaguirre y Domínguez, 1987; INEGI, 1993).

2.5. Vegetación

La vegetación sobresaliente está representada por bosques de Encino hacia la Sierra de Guanajuato, hacia la región suroeste hay campos agrícolas y la vegetación predominante son los

pastizales naturales, bosque de mezquite y selva baja caducifolia. Hacia la zona de Valenciana predomina el chaparral, y, finalmente, en torno al cerro de "La Bufa", predominio del matorral crassicaule (SPP, 1980; Izaguirre y Domínguez, 1987; INEGI, 1993).

3. Criterios de selección del zona de estudio.

3.1. Arroyo Pozuelos.

Para la elección del Arroyo de Pozuelos estimé las siguientes consideraciones generales:

- a) El Arroyo de Pozuelos corre al lado de un montículo de jales antiguos (más de 60 años), conocido como jale de Noria Alta.
- b) Por acción de la erosión, los jales descienden y forman parte del lecho del arroyo.
- c) En la bibliografía consultada sobre estudios en la composición química de los jales de distrito minero de Guanajuato, sólo se tienen reportes recientes para el caso de los jales de Noria Alta.
- d) El Arroyo Pozuelos está localizado en una zona de fácil acceso.

3.2. Presa de Pozuelos.

De la presa emerge el arroyo; se quiso comparar las especies presentes en la misma con las presentes en el arroyo y, más específicamente, con las especies de la zona de los jales.

Es importante aclarar que se buscó iniciar el inventario de algas en zonas de jales antiguos como una primera aproximación.

4. Características particulares de la zona de colectas

La presa Pozuelos es un cuerpo de agua permanente, cuyo nivel varía temporalmente, acrecentándose durante la época de lluvias, época en la que el arroyo Pozuelos es alimentado, es decir, el arroyo es temporal. La zona está sometida a erosión hídrica fuerte. En torno a estos cuerpos de agua, la vegetación específica consiste en pastizal natural asociado a matorral subinermes (no espinoso, cerado), crassicaule. El arroyo Pozuelos corre por un cauce que varía entre 0.50 y 3.0 m de ancho y su profundidad no rebasa 1.0 m, en la época en que se realizó la colecta (inicio de la temporada de lluvias). A la mitad de su corto recorrido, aproximadamente, el arroyo pasa por una zona de depósito de jales antiguos. El adjetivo "antiguo" hace referencia a jale generado hace más de 60 años y no depositado en presas. Este forma parte de los montículos denominados "Jale de Noria Alta", en los que se han detectado la presencia de metales pesados, como se muestra en la tabla I.

TABLA I. Presencia de metales pesados en los jales Noria Alta

pH: 8.28 (+/-0.11)

Conductividad eléctrica: 1.34 (+/- 0.08) mmho/cm

Materia orgánica: 3.51 (+/- 0.10)%

Componentes mayoritarios de los jales de Noria Alta
SiO₂ (60.48%), Al₂O₃ (7.55%), Fe₂O₃ (4.24%), CaO (0.42%), MgO (0.78%), Na₂O (0.92%), K₂O (4.66%), TiO₂ (0.36%), MnO (0.14%), Au (0.30 g/Ton) y Ag (36 g/Ton).

Análisis de fluorescencia de rayos X: Al, Si, K, Ca, Ti, Fe, Ni, Cu, Pb, Zn, As, Rb, Sr, Mn y Ag.

Determinación de niveles de cobre

Contenido total: 189.31 +/- 12.76 ppm

Determinación de niveles de plomo

Contenido total: 363.75 +/- 28.20 ppm

Determinación de niveles de zinc

Contenido total: 444.50 +/- 58.04 ppm

Tomados de Ramos, 1991 y Ramos, 1993.

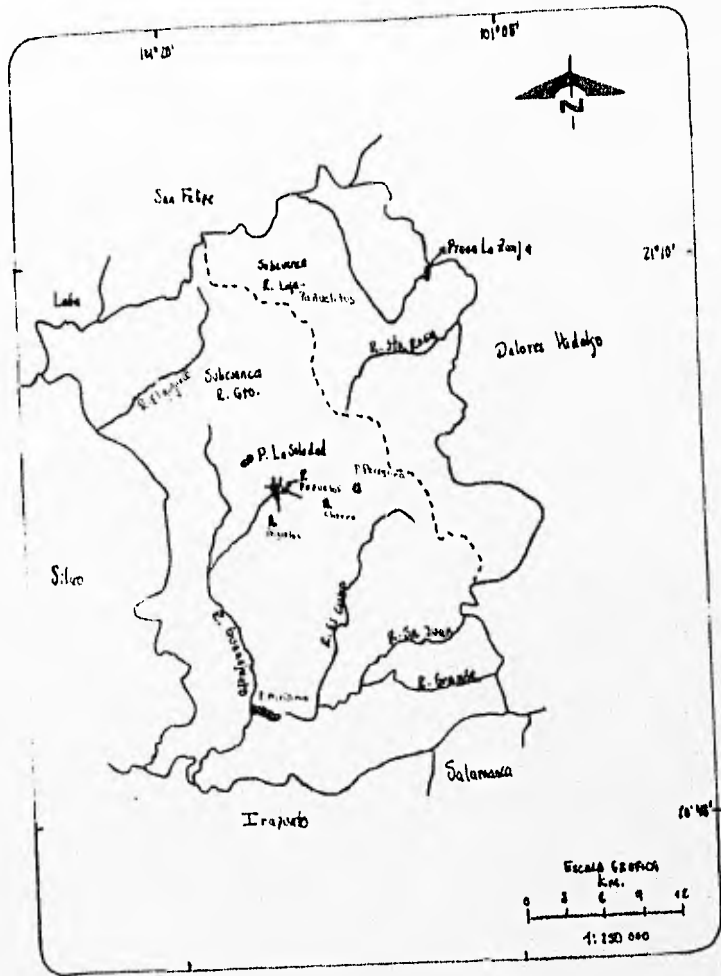
Se resume que los jales de norialta son: moderadamente alcalinos, por su baja conductividad, el efecto de la salinidad es casi nulo y, por su baja concentración de materia orgánica, pobre.

Según Ramos (1993) se considera potencialmente riesgosas las concentraciones de zinc (Zn), cobre (Cu) y plomo (Pb) por arriba de 60 ppm, 50 ppm y 20 ppm, respectivamente, por lo que los jales de Noria Alta son potencialmente tóxicos por dichos metales.

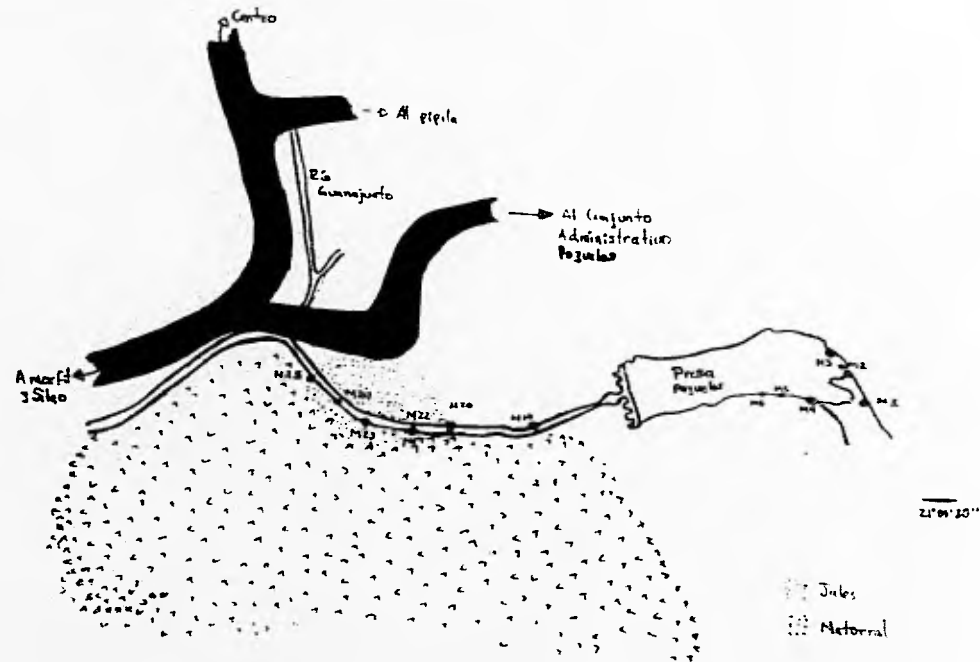


MAPA 1. Estado de Guanajuato

- a) Ubicación de Guanajuato en la República Mexicana
- b) Ubicación del Municipio de Guanajuato.



HAPA 2. Mapa hidrológico del Municipio de Guanajuato.



MAPA 3. Zona de Estudio y Puntos de Colecta

MATERIAL Y METODO

1. Trabajo de campo.

Se realizó una colecta a lo largo de un kilómetro, abarcando así la Presa Pozuelos y el Arroyo Pozuelos. La colecta de muestras se realizó de manera directa de la siguiente manera; los criterios de selección de los puntos de colecta fueron: presencia de macrofitas o crecimientos visibles y/o la notoria presencia del jale en el lecho del arroyo. Se describen las características generales de los puntos de colecta. El material colectado se colocó en frascos de plástico y se preservó en formol al 4%. Se colectó un total de 25 muestras.

2. Trabajo de laboratorio.

Se revisaron un total de doce muestras: seis provenientes de la presa (m1 a m6) y seis del arroyo; de las muestras de arroyo, una se tomó de la zona anterior del montículo de jale (m17) y se asumió que no era afectado por el mismo ya que el jale se localiza corriente abajo; las otras cinco muestras (m20 y m22 a m25) pertenecen a la zona de jale.

Para la observación al microscopio de las células, se limpiaron las frústulas aplicando la técnica de Johansen, et al. (1983, In: Ibarra, 1992) y posteriormente se montaron en resina Naphrax. Por cada muestra se elaboraron tres preparaciones fijas que se observaron en microscopía de contraste de interferencia diferencial, (Reichert, Zetopan) a 1000X, elaborando simultáneamente un dibujo de cada especie; se obtuvieron tallas de los frústulos, densidad de estrías, forma general de cada ejemplar y descripciones de características sobresalientes tomando como referencia la listas de caracteres para los géneros de diatomeas de la Cuenca del Papaloapan (Novelo, en proceso). Se incluyen las tallas de diámetro (d), longitud (long.) y ancho (a) reportadas por Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a y 1991b).

Para la determinación de géneros se empleó la clave de diatomeas de Bourrelly (1968) y la sistemática de los géneros está basada en el esquema de Simonsen (1979) sensu Krammer y Lange-Bertalot (1986). Para la determinación de las especies se emplearon Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b) Patrick y Reimer (1966, 1975), Germain (1981) y Sarode y Kamat (1984). Se trabajó con nombres válidos para Kramer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b) y sin sinónimos.

3. Tratamiento de los datos

Se realizaron las descripciones de las especies. Para cada especie se incluye información sobre su distribución ecológica, forma de vida y distribución geográfica, resaltando la distribución en México. Esta información se obtuvo de la Base de Datos de Algas Continentales de México, elaborada por el M. en C. E. Novelo. Se indican los casos en los que dicha información no fué obtenida de la misma. La información sobre distribución siempre será incompleta y se incluye para ayudar a la interpretación de los datos y a la documentación de cada especie. Los términos de los parámetros ecológicos se refieren en la tabla II.

Se llevó a cabo un análisis de similitud (coeficientes de Jaccard) para obtener información en base a la presencia-ausencia de las especies en las doce muestras (apéndice I); se utilizó el programa estadístico ANACOM (1991) y , haciendo la matriz de similitud cualitativa, el método de agrupación "cluster" (SAHN, Sequential, Agglomerative, Hierarchical, and Nested clustering methods) según Sneath y Sokal (1973), y la media aritmética no ponderada como técnica de ligamiento que se refleja finalmente en el dendrograma.

TABLA II. Términos de Parámetros Ecológicos

pH

Acidobionte: pH inferior a 7 y óptimo menor a 5.5.
Acidófilo: en pH cercano a 7, pH óptimo menor a 7
Circumneutral (Indiferente): pH óptimo cercano a 7.
Alcalófilo: en pH cercano a 7, pH óptimo mayor a 7
Alcalófilo: sólomente en aguas alcalinas.

NUTRIENTES

Eutrófico: agua con elevada concentración de nutrientes.
Mesotrófico: con moderada concentración de nutrientes
Oligotrófico: agua con baja concentración de nutrientes.
Euritrófico: amplio rango de concentración.

SALINIDAD

Euhalobio: formas marinas (concentración de sal superior a 40 000 mg/L)
Mesohalobio: salobres (entre 30 000 y 40 000 mg/L de sal)
Oligohalobio: dulceacuícolas (menor a 500 mg/L de sal)
Halófilo: estimulado por bajas concentraciones de sal.
Indiferente: tolerante a bajo contenido de sal.
Halófobo: no tolerante a bajo contenido de sal.
Eurihalobio: en amplios rangos de sal.

SAPROBIEDAD

Polisapróbio: zonas de degradación y putrefacción, oxígeno ausente o en baja concentración.
Mesosapróbio: zonas donde la oxidación de materia orgánica se está realizando.
Oligosapróbio: zonas de oxidación de los compuestos biodegradables es completa; concentración de nutrientes orgánicos elevada, usualmente.
Saprofílico: aguas con contaminación y también en limpias.
Saproxeno: aguas limpias y también con contaminación.
Sapróbio: en aguas no expuestas a contaminación.

CORRIENTES

Limnobióticos: en agua estancada, léntica.
Limnofilos: agua estancada y puede estar en corrientes.
Indiferentes: en agua estancada o corrientes.
Reófilo: en agua con corrientes o en estancadas.
Reobiótico: sólomente en corrientes.

continuación de tabla II

TEMPERATURA

Eutérmico: agua cálida, temperatura mayor de 30 C.
Mesotérmico: agua templada, temperatura entre 15 y 30 C.
Oligotérmico: agua fría, temperatura entre 0 y 15 C.
Estenotérmico: en rango de temperatura no mayor que 5 C.
Euritérmico: rango de temperatura de 15 C o más alta.

HABITATS ESPECIFICOS

Aerófilo: en hábitats no sumergidos
Euplanctónico: suspendido en la superficie del agua.
Ticoplanctónico: asociado con hábitats perifíticos o terrestres, pero siempre suspendido en agua.
Perifítico: sobre sustrato o cuerpos sumergidos.
Perifótico: superficie del agua con suficiente luz.
Epipélico: sobre lodo, limo, arcilla o barro.
Epilítico: sobre rocas.
Epizoico: sobre animales.
Epifítico: sobre algas o plantas.

Tomada de Lowe (1974) para caracterizar ambientes de manera estandarizada.

DESCRIPCIONES DE LOS PUNTOS DE COLECTA:

Cada muestra fué tomada en un punto de colecta. Los puntos de colecta están señalados en el mapa 3. La colecta se realizó el 13 de Julio de 1995, entre las 8 y 13 horas. Para este día, las características meteorológicas promedio fueron: Temperatura máxima: 26.7°C, temperatura mínima 14.5°C, precipitación pluvial inapreciable; nubosidad baja, de 5 OKTAS (1 OKTA representa una octava parte del cielo); vientos dominantes del norte con velocidad media de 4.0 m/seg. (Comunicación personal, Estación meteorológica de la Universidad de Guanajuato, 1995)

Muestra 1 (m1): Desembocadura del Arroyo del Chorro (arroyo de temporal) en la presa. Arbusto como objeto de sombra. Profundidad 2.5-3 cm. Muestra a 10 cm. de la orilla del arroyo y a 2 metros de la presa, tomada del lecho del arroyo, el cual consiste en cantos rodados; corriente baja; muestra bentónica, epilítica; crecimiento visible: filamentos verde epilíticos, bentónicos, mucilaginosos.

Muestra 2 (m2): Litoral, orilla de la presa. No efecto ni objeto de sombra. Profundidad 1 cm, lecho dominado por rocas tipo cantos rodados; cuerpo léntico con escasa corriente por efecto del arroyo. Muestra bentónica, de vida libre; crecimiento visible: filamentos cortos (3-5 cm) verde, epilíticos, mucilaginosos, bentónicos.

Muestra 3 (m3): Litoral, orilla de la presa; sin efecto y objeto de sombra; profundidad 1-3 cm, lecho rocoso; cuerpo léntico; muestra bentónica, de vida libre; crecimiento visible: tapete de filamentos cortos (1-3.5 cm) verde pistache y verde yerbabuena, epilíticos, bentónicos.

Muestra 4 (m4): Litoral, orilla presa; sin objeto de sombra; profundidad 2 cm; lecho lodoso, color rojo óxido; cuerpo de agua léntico; muestra bentónica, de vida libre; crecimiento visible: tapete algal verde, bentónico, crece entre restos de basura (cartón, principalmente) y el lodo del sustrato.

Muestra 5 (m5): Litoral, orilla presa; sin efecto objeto de sombra; 18-19 cm de profundidad; lecho lodoso; cuerpo léntico; muestra planctónica, epífita; crecimiento visible: filamentos de color verde intenso, cortos, formando natas, planctónicos, epífitos (sobre ramas y hojas) o sobre papel; zona con basura (cartón, papel, plástico, latas) y cercana a pastos sumergidos.

Muestra 6 (m6): Litoral, orilla presa; sin efecto de sombra; 16 m de profundidad; cuerpo léntico; lecho lodoso; muestra planctónica, epífita; crecimiento visible: filamentos cortos (1-3 cm) de color esmeralda, adheridos a ramas. Zona con basura.

Muestra 17 (m17): Litoral, orilla del arroyo, antes de zona de jale; zona con vegetación exuberante, por lo que atenúa la intensidad de luz; 1 cm de profundidad; cuerpo léntico con corriente baja; lecho lodoso y rocoso; muestra bentónica, de vida libre; crecimiento visible: costra verde esmeralda,

epilítico; presencia de *Lemna sp.* (chichicastle).

Muestra 20 (m20): Arroyo; en donde comienza al montículo de jale; 16 cm de profundidad; lecho con arena y lodoso, tanto que el agua es café; agua estancada; muestra planctónica, de vida libre; no asociada crecimientos visibles.

Muestra 22 (m22): Litoral, orilla del arroyo, en zona de jale; rocas que hacen sombra; lecho lodoso; corriente baja; muestra bentónica, de vida libre; de crecimiento visible: tapetes verde intenso, bentónicas.

Muestra 23 (m23): Arroyo, a 15 cm de la orilla, en zona de jale; árbol que crea sombra; 2 cm de profundidad del agua; lecho lodoso; corriente moderada; muestra bentónica, de vida libre; crecimiento visible: tapete algal de filamentos cortos (3 cm), color castaño claro, bentónicos.

Muestra 24 (m24): Arroyo, a 15 cm de la orilla, en zona de jale; profundidad de 9 cm; lecho lodoso; corriente moderada; muestra bentónica; sin crecimiento visibles.

Muestra 25 (m25): Arroyo, a 20 cm de la orilla; donde termina la zona del jale; 14 cm de profundidad; lecho lodoso; muestra bentónica; crecimiento visible: filamentos verde intenso, epifitos, sobre ramas.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos pueden agruparse de la siguiente manera:

a) Riqueza de Taxa.

Número de géneros: 26
Número de especies: 101
Número de especies determinadas: 95
Número de especies a confrontar: 5
Número de especies no determinadas: 1
Nuevos registros de especies para México: 15
Nuevos registros de especies para México a confrontar: 4
(Tablas III y IV)

b) Predominancia de géneros en cuanto al número de especies.

La flora diatomológica que he descrito, está constituida principalmente por las especies del género *Navicula*; de los 26 géneros, se reportaron 21 especies (20.58%) de *Navicula*, seguido de *Nitzschia* con 20 especies (19.60 %); para *Cymbella* y *Gomphonema* se describieron 7 especies (6.86%). Para los siguientes géneros sólo se reportó una especie: *Anomoeoneis*, *Asterionella*, *Epithemia*, *Hantzschia*, *Neidium*, *Rhopalodia*, *Stauroneis*, *Stephanodiscus* y *Thalassiosira* (tabla V).

c) Distribución en el área.

De los 101 taxa descritos, 51 especies se presentaron en la zona de jale, con 5 especies exclusivas de esta zona (*Asterionella formosa*, *Cyclotella distinguenda*, *Cyclotella ocellata*, *Gomphonema minutum* y *Navicula* cfr. *impexa*); 95 especies se reportaron en la zona fuera del jale, y 49 son exclusivas de la misma; finalmente, 48 especies (47%) son comunes a ambas zonas (Tabla III). Las muestras más diversificadas fueron las colectadas en la presa (de 28 a 73 especies) a excepción de la muestra 20 del arroyo en zona de jale (con 40 especies); la muestra menos diversificada (m22) pertenece a la zona de jale, 8 especies (tabla III).

d) Distribución geográfica y ambientes.

De los 101 especies descritas, 57 han sido reportadas como cosmopolitas, ya sea por su distribución geográfica o por el amplio espectro de condiciones ambientales; de las 44 especies restantes se reportan para regiones geográficas particulares (principalmente Europa y Estados Unidos) y/o de distribución restringida a ciertos tipos de ambientes, por ejemplo: para zonas nórdico-alpinas (*Aulacoseira muzzanensis*, *Synedra delicatissima*, *Cymbella gaeumannii* y *Navicula* cfr. *impexa*) o en ambientes salobres (*Navicula halophila* y *Rhopalodia brebissonii*).

e) Índices de Similitud entre muestras (Índice de Jaccard):

En la comparación ficoflorística total entre muestras, sólo se obtuvo un índice de similitud de Jaccard (S_j) superiores a $S_j=50$ para las número 4 y 5; para las muestras restantes, los S_j son menores del $S_j=50\%$, lo cual indica una baja similitud entre las mismas. Los valores numéricos de los índices de similitud se presentan en la Tabla VI; el dendrograma generado a partir de estos datos se puede apreciar en el gráfico 1.

En el dendrograma se forman dos grupos "mayores" que evidencian diferencias entre la zona de jale y la presa, en cuanto a presencia/ausencia de especies (gráfico 2):

Grupo 1: incluye todas las muestras provenientes de la presa y a la m20, del arroyo de la zona de jale ($S_j=30.50\%$). A su vez, este grupo puede subdividirse en:

Grupo 1.1: con las muestras 1 a 3.

Grupo 1.2: agrupa a las muestras 4, 5 y 20

Grupo 2: conformado por las muestras colectadas en el arroyo, antes (m17) y en la zona de jales (m22 a m25). Para este caso, el S_j es cercano al 22%. Este grupo también puede ser subdividido en:

Grupo 2.1: con las muestras 23, 24 y 25, de la zona de jale

Grupo 2.2: muestras 17 y 22.

Cabe recordar que se empleó el coeficiente de Jaccard, por ser el único que pondera la presencia tanrto como la ausencia de las especies.

TABLA III PRESENCIA (1) / AUSENCIA (0) DE ESPECIES POR MUESTRA

ESPECIES	PRESA						JALES					TOTA	
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M17	M20	M22	M23	M24		M25
Aulacoseira granulata	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	6
A. italica	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4
A. muzzanensis	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
A. sp.	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Cyclotella distinguenda	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
C. meneghiniana	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	10
C. ocellata	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
C. pseudostelligera	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4
C. stelligera	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	5
Stephanodiscus hantzschii	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Thalassiosira visurgis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Asterionella formosa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Fragilaria brevistriata	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
F. capucina	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
F. construens	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Synedra delicatissima	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
S. ulna	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	9
Achnanthes delicatula	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Achn. exigua	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6
Achn. lanceolata	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
Achn. minutissima	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Cocconeis placentula	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4
C. placentula var. lineata	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5
C. placentula var. pseudolineata	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
C. scutellum	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Amphora lybica	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
A. montana	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	5
A. veneta	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	8
Anomooneis sphaerophora	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Caloneis bacillum	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
C. silicula	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6
Cymbella affinis	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	7
C. cfr. geummannii	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
C. gracilis	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
C. hustedtii	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
C. pusilla	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
C. silesiaca	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	5
C. turgidula	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Diploneis oblongella	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
D. pseudovalis	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tomphonema affine	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	5
G. angustatum	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
G. clavatum	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
G. gracile	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6
G. minutum	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
G. parvulum	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	4
G. truncatum	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Mastogloia elliptica	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Navicula angusta	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
N. charlatii	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
N. cryptocephala	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5

<i>N. cryptotenella</i>	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5
<i>N. cuspidata</i>	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5
<i>N. decussis</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. crifuga</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>N. halophila</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
<i>N. cfr. impexa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
<i>N. minuscula</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	5
<i>N. mutica</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>N. cfr. nivalis</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	7
<i>N. phyllepta</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	9
<i>N. pupula</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
<i>N. radiosa</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>N. recens</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
<i>N. salinarum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. striolata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. trivialis</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>N. veneta</i>	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	6
<i>N. viridula</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4
<i>Neidium ampliatum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pinularia borealis</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>P. gibba</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	5
<i>Stauroneis anceps</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>Denticula elegans</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3
<i>D. kuetzingii</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	11
<i>Epichemia sorex</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Rhopalodia brebisonii</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Hantzschia amphioxys</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6
<i>Nitzschia acicularis</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	4
<i>N. amphibia</i>	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	6
<i>N. archibaldii</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	4
<i>N. capitellata</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4
<i>N. claussi</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	4
<i>N. constricta</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>N. dissipata</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>N. frustulum</i>	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	6
<i>N. gracilis</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>N. cfr. granulata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. inconspicua</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	5
<i>N. cfr. liebetruithii</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11
<i>N. nana</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>N. palea</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	9
<i>N. paleacea</i>	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	5
<i>N. parvula</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>N. pusilla</i>	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
<i>N. recta</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3
<i>N. rosenstockii</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	5
<i>N. umbonata</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	4
<i>Surirella angusta</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>S. brebisonii</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>S. tenera</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL (ssp/muestra)	28	38	23	66	73	48	11	40	8	23	16	15	
TOTAL (spp/zona)	-----PRESA-----						-----JALES-----						
	95						51						
TOTAL/ZONA (exclusivamente)	49						5						

TABLA IV. NUEVOS REGISTROS DE TAXA PARA MÉXICO

Aulacoseira muzzanensis
 Cyclotella distinguenda
 Thalassiosira visurgis
 Amphora lybica
 Cocconeis placentula var. pseudolineata
 Cymbella cfr. gaeumannii
 Navicula charlatii
 Navicula erifuga
 Navicula cfr. impexa
 Navicula cfr. nivalis
 Navicula striolata
 Neidium ampliatum
 Nitzschia gracilis
 Nitzschia cfr. liebethuthii
 Nitzschia rosenstockii

TABLA V. Número y Porcentaje de Especies Identificadas por Géneros

No.	Género	No. de spp	% de spp
1	Achnanthes	4	3.92
2	Amphora	3	2.94
3	Anomoeoneis	1	0.98
4	Asterionella	1	0.98
5	Aulacoseira	4	3.92
6	Caloneis	2	1.96
7	Cocconeis	4	3.92
8	Cyclotella	5	4.90
9	Cymbella	7	6.86
10	Denticula	2	1.96
11	Diploneis	2	1.96
12	Epithemia	1	0.98
13	Fragilaria	3	2.94
14	Gomphonema	7	6.86
15	Hantzschia	1	0.98
16	Mastogloia	1	0.98
17	Navicula	21	20.58
18	Neidium	1	0.98
19	Nitzschia	20	19.61
20	Pinnularia	2	1.96
21	Rhopalodia	1	0.98
22	Stauroneis	1	0.98
23	Stephanodiscus	1	0.98
24	Surirella	3	2.94
25	Synedra	2	1.96
26	Thalassiosira	1	0.98

Tabla VI. Índice de Similitud Jaccard
(media no ponderada)

Muestras comparadas	Porcentaje de Similitud
4, 5	67.50
2, 3	48.80
4, 5, 6	47.80
4, 5, 6, 20	41.60
1, 2, 3	41.00
23, 25	31.00
1, 2, 3, 4, 5, 6, 20	30.50
23, 25, 24	27.50
1, 2, 3, 4, 5, 6, 20, 23, 25, 24	23.00
1, 2, 3, 4, 5, 6, 20, 23, 25, 24, 17	17.80
1, 2, 3, 4, 5, 6, 20, 23, 25, 24, 17, 22	14.30

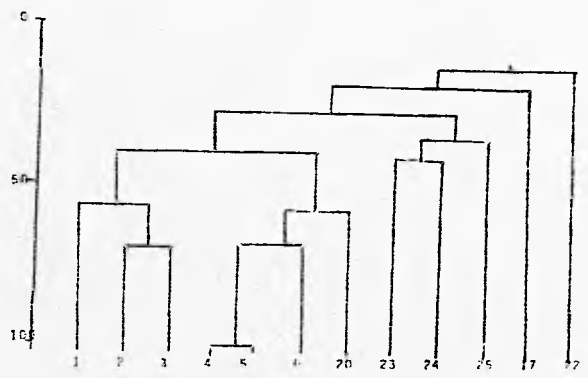


Gráfico 1. Dendrograma obtenido a partir de los porcentajes de similitud calculados mediante el índice de Jaccard.

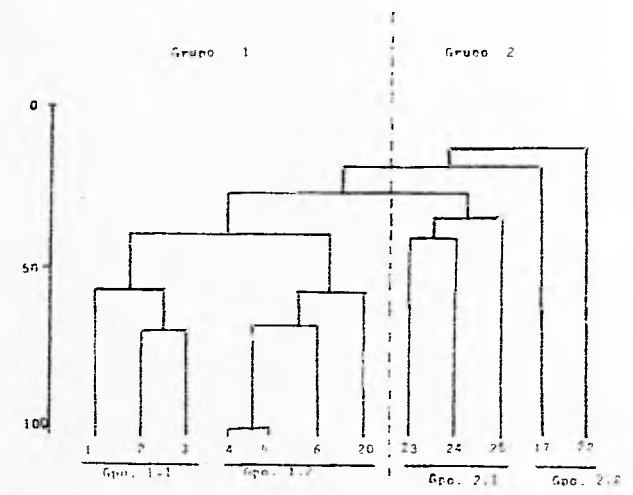


Gráfico 2. Grupo de muestras generados

DESCRIPCIONES

CHROMOPHYTA

CLASE BACILLARIOPHYCEAE

ORDEN CENTRALES

SUBORDEN COSCINODISCINEAE

FAMILIA THALASSIOSIRACEAE

Células solitarias o unidas en cadenas a través de los procesos reforzados de células adyacentes o por cordones de beta-quitina exudados por aquellos. Eje perivalvar a veces desarrollado. Valvas con contorno aproximadamente circular. Uno o más procesos reforzados de posición y número variables. Uno o más procesos labiados próximos al margen. Aréolas con foramen externo y velo interno, con disposición radial, en ocasiones formando alvéolos.

AULACOSEIRA Thwaites

Células cilíndricas unidas en cadenas por su superficie valvar formando un pseudofilamento recto o curvo. Valvas circulares, con una corona marginal de espinas más o menos desarrolladas. Numerosos cloroplastos discoides.

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen (Lam. 1, fig. 1)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 23, lam. 19, fig. 5.

Pseudofilamento ligeramente curvo, frústulos más largos que anchos; manto con espinas largas y cortas; áreolas grandes, circulares, irregulares; estrías ligeramente oblicuas; sulcus relativamente corto; pseudosulcus estrecho.

Dimensiones: longitud (long.) del manto: 7.6-12.6 μm ; long del sulco: 0.8-1.8 μm ; long. del pseudosulcus: 1.2-1.5 μm ; ancho (a.): 6.6-9.8 μm ; estrías: 12-13 en 10 μm .

Muestras: 1, 2, 4, 5, 6, 17, 20 y 22

Datos ecológicos: Dulceacuícola; en ríos, lagos, lagunas, cenotes-aguas termales, presas, estanques y manantiales; oligohalobia a indiferente a la sal; alcalófila pH de 6.3-9.0, óptimo 7.9-8.2; eutérmica, prefiere aguas tibias; oligo a mesosapróbica; eutrófica; limnófila

Forma de vida: bentónica, planctónica, epilítica, perifítica.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: D.F., Estado de México (Texcoco), México central, Michoacán (Pátzcuaro), Morelos, Oaxaca, Puebla.

Aulacoseira italica (Ehrenberg) Simonsen (Lam. 1, fig. 2)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 22, lam. 18, fig. 5.

Pseudofilamento curvo; frústulos más largos que anchos; espinas cortas ausentes; estrías finamente areoladas y ligeramente espirales; areolas circulares; sulcus y pseudosulcus sensiblemente estrechos y poco evidentes; pared relativamente delgada.

Dimensiones: long. del manto: 8.5-10.3 μm ; long del sulco: 0.66-1 μm ; long. del cingulo: 1.9-3.9 μm ; a.: 4.5-6.0 μm ; estrías: 16-20 en 10 μm .

Muestras: 1, 2, 4 y 5.

Datos ecológicos: En mar, ríos, lagunas, presas, estanques, zonas húmedas y aereadas, pantanos, sedimentos fósiles de lagos; especialmente en zonas litorales de aguas estancadas y

corrientes; dulceacuícola, halófila a indiferente; alcalófila a indiferente, pH de 6.7-8, óptimo menos de 8; eutérmica; oligosapróbica a saproóxeno; mesotrófica.

Forma de vida: litoral; bentónica, planctónica, epífita; periférica a ticoplanctónica.

Distribución mundial: Cosmopolita, de climas fríos y templados.

Distribución en México: Estado de México (Texcoco), Guanajuato, Hidalgo, México central, Michoacán, Morelos, Puebla (Tehuacán).

Aulacoseira muzzanensis Meister Krammer (Lam. 1, fig. 3)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 24, lam. 20, fig. 7.

Frústulos más anchos que largos; espinas cortas y largas presentes; estriás fina a gruesamente areoladas, ligeramente oblicuas, areolas locales; sulcus relativamente ancho. Dimensiones: long. del manto: 5.1-6.1 μm ; long del sulco: 0.4-1.0 μm ; long. del cingulo: 2.1-3.6 μm ; a.: 11-13 μm ; estriás: 10-16 en 10 μm .

Muestras: Presa: 4 y 6.

Datos ecológicos: (7): Formas salobres y dulceacuícolas, raramente en zonas secas. (3): sedimentos marinos, ríos alpinos; eutrófica.

Forma de vida: (3): bentónica, planctónica.

Distribución mundial: (3): Europa central.

Distribución en México: no hay registro

CYCLOTELLA Kützing

Células generalmente solitarias o agregadas por un gel (en tubos filamentosos o en paquetes). Frústulas cilíndricas o discoides con la cintura y el manto poco desarrollados; valvas circulares, raramente elípticas y delgadas, con la superficie plana o ligeramente ondulada, dividida en dos áreas por la ornamentación: una zona marginal con alvéolos dispuestos radialmente y un campo central de aspecto variable según la especie. Presentan pelos de flotación, gelatinosos o de sílice.

Cyclotella distinguenda Hustedt (Lam. 1, fig. 4).

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 43, lam. 43, figs. 9-10

Valva circular, solitarias; presencia de cámaras; procesos reforzados pericentrales; estriás punteadas, con punta aguda; procesos reforzados marginales no evidentes; sin espinas periféricas; las estriás terminan en el mismo nivel.

Dimensiones: diámetro (d): 6 μm ; estriás radiales: 19 en 10 μm . (3): d.: 6-32 μm .

Muestras: 20.

Datos ecológicos: (7): dulceacuícola; alcalófila: en zonas de elevada concentración de oxígeno (hasta 100% de saturación).

Distribución mundial: (3, 7): Europa

Distribución en México: no hay registro

Cyclotella meneghiniana Kützing (Lam. 1, fig. 5)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 44, lam. 44, figs. 2-10

Valva circular, solitaria; 2 a 4 procesos reforzados centrales, dispersos; estrías radiadas marginales y gruesas, que terminan en el mismo nivel y tienen punta aguda; presencia de procesos reforzados marginales sobre cada una de las estrías; espinas periféricas. Zona central con puntuaciones radiadas aspecto granuloso.

Dimensiones: d: 7-18 μm ; estrías: 9-11 en 10 μm .

(3): d.: 5-43 μm .

Muestras: Especie registrada para todas las muestras excepto en muestra No. 22.

Datos ecológicos: Ríos, cenotes, lagos, estanques, manantiales, charcos y presas; aguas dulces o salobres; pH 6.4-9, pH óptimo 8-8.5, preferentemente alcalina; indiferente al ácido sulfhídrico en pequeñas cantidades, aparentemente; eutérmica; mesosapróbica, en lagos oligotróficos; eurioxibentónica. Soporta la contaminación.

Forma de vida: Planctónica, bentónica, epilítica, perifítica
Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: Ampliamente distribuidas en las regiones templadas y cálido-templadas; México central, Hidalgo, Michoacan (Pátzcuaro), Morelos, Puebla (Tehuacán), San Luis Potosí (SLP, Huasteca), Yucatán.

Cyclotella ocellata Pantocksek (Lam. 1, fig. 6)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 51, lam. 50, figs. 1-9

Valvas circulares, con 4 grandes depresiones centrales, dispersas; presencia de procesos reforzados marginales; estrías periféricas radiales que no terminan en el mismo nivel; no se observan espinas periférica. Solo un ejemplar observado.

Dimensiones: d.: 7.3 μm ; estrías: 18 en 10 μm .

(3): d.: 6-25 μm .

Muestras: 22

Datos ecológicos: En presas; holigohalobia, indiferente al pH a alcalófila de 6.7-8.8 y un óptimo 8.4-8.8; meta, oligo o mesotérmica; limnobiótica.

Forma de vida: Bentónica; litoral, planctónica, perifítica.

Distribución mundial: Africa, Asia y Europa.

Distribución en México: México central, Puebla (Tehuacán).

Cyclotella pseudostelligera Hustedt (Lam. 2, fig. 1)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 51, lam. 49, fig. 7.

Células circulares; un proceso labiado central, pequeño; estrías radiales muy finas, con punta aguda y desiguales; zona central con ornamentación tal que parece estrella.

Dimensiones: d.: 5-6 μm , 21-23 estrías en 10 μm .

(3): d.: 4-10 μm .

Muestras: 4, 5, 6 y 20.

Datos ecológicos: Ríos; oligohalobia a indiferente; indiferente al pH a acidófila; meta, oligo o mesotérmica; oligosapróbica; limnobiótica.

Forma de vida: litoral, planctónica; epilítica

Distribución mundial: Europa central, EEUU (Pennsylvania).

Distribución en México: México central.

Cyclotella stelligera Cleve et Grunow (Lam. 2, fig. 2)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 51, lam. 49, fig. 3

Células solitarias; valva circular; estriás radiales de longitud desigual; zona central ornamentada con puntos elongados, radiados, de tamaño variable y de manera tal que parece una estrella; presencia de procesos reforzados marginales cada 4-5 estriás; sin espinas periféricas.

Dimensiones: d.: 7,8-9,5 μm ; estriás: 23-25 en 10 μm .
(3): d.: 5-40 μm .

Muestras: 4, 5, 6, 20 y 24.

Datos ecológicos: Ríos; oligohalobia; indiferente al pH a alcalófila, óptimo en 7.5-8; meta, oligo o mesotérmica; saprobiótica; limnobiótica.

Forma de vida: litoral, planctónica; epilítica, perifítica a ticoplanctónica.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: México central, Huasteca (SLP).

STEPHANODISCUS Ehrenberg

Células solitarias o agrupadas formando cadenas cortas; circulares, raramente elípticas. Frústulas con cinturas conectivas tales que las células pueden ser más largas que anchas. Margen de la valva circular con cortas espinas, del que parten series de hileras de areolas generando estriás en forma de rayos más finos y desordenados hacia el área central. Presenta numerosos plastos discoides.

Stephanodiscus hantzschii Grunow (Lam. 2, fig. 3)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 73, figs. 4-14

Valva circular con una depresión central; estriás radiales, notablemente areoladas, dos hileras de areolas entre costillas; areolas con ordenación en tresbolillo hacia el centro; una espina por costilla.

Dimensiones: d.: 21 μm ; areolás: 16 en 10 μm ; costillas: 9 en 10 μm ; espinas: 9 en 10 μm .

(3): d.: 5-30 μm .

Muestras: 4

Datos ecológicos: En estanques, lagos y aguas salobres circulantes; indiferente a la sal; alcalibiótica a alcalófila, de 6.6-9, pH óptimo 8.2; eutrófica; mesosapróbica; eurioxibiótica; probablemente heterótrofa obligada del nitrógeno; indiferente a la corriente a reófila.

Forma de vida: Planctónica (euplanctónica).

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: México central

THALASSIOSIRA Cleve

Células discoides a cilíndricas, solitarias o unidas formando cadenas. Valva circular. Areolas generalmente localadas ordenadas en anillos radiales, tangenciales o en arcos; varían en tamaño y prominencia. Hacia el centro de la valva las aréolas son más gruesas. Numerosos plástidos discoides. Principalmente marinas.

Thalassiosira vigurgis Hustedt (Lam. 2, fig. 4)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 78, lam. 77, fig. 5

Valva circular, ligeramente convexa; un proceso reforzado central; procesos reforzados marginales cada 3 a 4 estrías; estrías más o menos radiadas y más o menos concéntricas, con areolas circulares; presenta espinas periféricas cortas, equidistantes.

Dimensiones: d.: 12-13 μm ; estrías: 20-21 en 10 μm ; espinas: 12-14 en 10 μm .

(3): d.: 9-26 μm .

Muestras: 17

Distribución ecológica: (3): dulceacuícola y salobre; especialmente en boca de ríos.

Forma de vida: (3): planctónica

Distribución mundial: (3): Alemania, EEUU, Reino Unido.

Distribución en México: No hay registro.

ORDEN PENNALES

SUBORDEN ARAPHIDINEAE

FAMILIA DIATOMEACEAE

Valvas con pseudorrafe, con un proceso labiado en cada extremo del mismo lado o en lados opuestos respecto al eje apical o uno solo subcentral.

ASTERIONELLA Hassall

Número variable de células reunidas en colonias en forma de estrella, sensiblemente planas, en las que las células se ven en ambas vistas (conectiva y valvar). Células simétricas a lo largo del eje axial, sin bandas intercalares o septos; en vista valvar, un ápice más largo que el otro, capitado y el otro puede estar capitado o tener forma irregular; pseudorrafe delgado, generalmente imperceptible; estrías muy finas.

Asterionella formosa Hassall (lam. 2, fig. 5)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag.103, lam. 103, figs. 1-9

Células rectas, ápice libre fuertemente capitados y el otro atenuado; estrías muy finas, paralelas; pseudorrafe muy estrecho, pero perceptible.

Dimensiones: Long.: 41 a 62 μm ; a.: 2.1-2.4 μm ; estrías: más de 20 en 10 μm .

(3): long.: 40-80 μm .

Muestras: 20

Datos ecológicos: En ríos, presas, lagos, estanques y charcos; indiferente a la sal; alcalófila, de 4 a 9, pH óptimo de 7.2-7.8; eu- a mesotrófica; oligo- a mesosaprobica; limnófila a limnobiótica.

Forma de vida: Planctónica, bentónica

Distribución mundial: Cosmopolita, pero rara vez observada en los trópicos.

Distribución en México: Estado de México.

FRAGILARIA Lyngbye

(sensus Patrick et Reimer)

Frústulos solitarios o agregados formando cadenas unidas por

la superficie valvar mediante dientes imbricados o por simple contacto. Vista cingular rectangular con o sin bandas intercalares. Valvas generalmente simétricas respecto a todos los ejes; ambas valvas con un área axial de ancho y forma variable. Área central unilateral, bilateral o ausente. Estriás alternas y de disposición y aspecto variables.

Patrick y Reimer (1966) y Maidana (1985) separan a las especies de *Fragilaria* de las de *Synedra* según la simetría de la ornamentación de las células en vista valvar; así, para estos autores, *Fragilaria* tiene ornamentación asimétricas, además de la disposición de las estriás alternas.

Fragilaria brevisstrata Grunow (Lam. 2, figs. 6 y 7)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 162, lam. 130, figs. 9 a 16 y 21

Células formando colonias en banda, con valvas bipolares en su simetría, forma lanceolada a lineal-lanceolada, eje apical recto, ápices subcapitados a capitados; márgenes rectos lineales o convexos y sin espinas; área central ausente; área axial amplia, lanceolada; sin procesos labiados apicales; estriás pequeñas.

Dimensiones: Long.: 14-28 μm ; a.: 2.6-5 μm ; estriás: 10-16 en 10 μm .

(3): long.: (5)11-30(42) μm . y a.: 3-5(7) μm .

Muestras: 1, 2, 3 y 20

Datos ecológicos: Ríos, arroyos, lagos, lagunas, manantiales, aguas estancadas someras, pantanos litorales de lagos, estanques, aguas termales, gradiente de salinidad en marismas, lagos de profundidad moderada; oligo-mesohalobia; alcalófila, pH de 6.5 a 9, óptimo 7.5-7.8; eutrómica, termófila; eutrófica, oligosapróbia; indiferente a la corriente; en un amplio rango de conductividad.

Forma de vida: litoral; bentónica, planctónica; epífita y bentónica en agua dulce de pH alto; perifítica.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: México central; Puebla (Tehuacán).

Fragilaria capucina Desmazières (Lam. 2, fig. 8)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 144, lam. 122, fig. 12

Valva lineal-lanceolada, eje apical recto, ápices capitados, márgenes con una constricción central y sin espinas; área central rectangular, hasta los márgenes; sin procesos labiados apicales; estriás paralelas. Se observó un ejemplar.

Dimensiones: Long.: 41.7 μm ; a.: 4.2 μm ; estriás: 12 en 10 μm

(3): long.: 10-100 μm . y a.: 2-6.5 μm .

Muestras: 5

Datos ecológicos: Río, lago.

Forma de vida: epipelón, perifitón.

Distribución mundial: Afganistán, Europa, EEUU, Groenlandia, Himalaya, Japón, Nepal.

Distribución en México: México central.

Fragilaria construens (Ehrenberg) Grunow (Lam. 2, figs. 9 y 10)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991a. pag. 153, lam. 132, fig. 7-9

Valvas con simetría bipolar o tripolar, formas variadas

(redonda, triangular, anchamente elíptica, cruz, lanceolada), ápices redondeados a subcapitados; márgenes convexos, cóncavos o ampliamente dilatados en el centro convexos y sin espinas; área central ausente; área axial amplia, lanceolada lineal o irregular; estriás radiales o paralelas.

Dimensiones: Long.: 9-12 μm ; a.: 7-8 μm ; estriás: 12-17 en 10 μm .

(3): Long.: 4-35 μm .

Muestras: 1, 2 Y 4.

Datos ecológicos: Ríos, presas, lagos, estanques, manantiales y corrientes, zona de aguas someras de lagos, gradiente de salinidad en marismas; oligohalobias, indiferente a la sal; pH de 6 a 9 con un pH óptimo de 6.7, 7.7-7.8; eutérmica, euritérmica y oligotérmica a mesotérmica; oligo a mesosapróbica; una indicadora de aguas oxigenadas; indiferente a las corrientes.

Forma de vida: litoral, bentónica; perifítica y ticoplanctónica

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: Ampliamente distribuida en zonas templadas; México central, Hidalgo, Michoacán (Pátzcuaro) y Tlaxcala.

SYNEDRA Ehrenberg

(sensus Patrick et Reimer)

Células solitarias, libres o fijas, adheridas por uno de sus polos, formando colonias radiales. Las células son isopolares, rectilíneas, raramente con el eje apical curvado o en forma de hoz. Sin tabique perforado, ni cresta interna saliente, ni cinturones accesorios. La valva es finamente estriada, pero con el área media lisa, regular o unilateral; estriás opuestas coincidentes. Regularmente es muy larga y cada valva está tapizada con un plasto con numerosos pirenoides.

Synedra delicatissima W. Smith (Lam. 3, fig. 1)

In: Patrick & Reimer (1966) pag. 136, lam. 5, fig. 3

Célula solitaria, valva lanceolada haciéndose fuertemente estrecha hacia los ápices; eje apical recto pero, según Patrick y Reimer (1966), regularmente aparece con forma sinuosa; ápices agudos y márgenes de la vista valvar rectos. Área central rectangular que alcanza los márgenes valvares y con una estriá corta en cada margen del área central; área axial estrecha y lineal; estriás paralelas. Se observó un ejemplar.

Dimensiones: Long.: 160 μm ; a.: 4.7 μm ; estriás: 14 en 10 μm

Muestra: 5

Datos ecológicos: Lagos alpinos. (5): dulceacuícola

Forma de vida: Planctónica

Distribución mundial: EEUU (Colorado); (3): Europa central.

Distribución en México: México central

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg (Lam. 3, fig. 2)

In: Germein. 1981. pag. 78, lam. 27, fig. 1; Patrick & Reimer. 1966. pag. 176, lam. 7 figs. 1-6

Células solitarias, valvas lineal-lanceoladas haciéndose estrechas hacia los ápice, con eje apical recto, ápices redondeados y márgenes de la vista valvar rectos; área central

ausente o rectangular a redondeada que parece llegar a los márgenes de la valva, con 2 a 4 estrías muy cortas en el centro; área axial estrecha, recta y evidente; con o sin un proceso labiado apical.

Dimensiones: Long : 77-113 μm ; a: 3-9.5 μm ; estrías: 9-10 en 10 μm .

Muestras: Todas, excepto No. 22

Datos ecológicos: Con un espectro ecológico muy amplio, inútil como indicador ecológica. Suelos cultivados, húmedos y de pradera, sedimentos fósiles de lagos; ampliamente distribuidas en aguas dulce: charcas, agua corriente, aguas estancadas, aguas sucias, canales, remansos, lagos, cenotes, presas, aguas termales, cascadas, arroyos; aguas salobres; pH de 5.7 a 9; eutérmica, euritérmica; oligo, mesosapróbias; eutóficas; indiferente a la corriente, en aguas corrientes con baja a media conductividad. Soporta la presencia de contaminación.

Forma de vida: Edáfica; litoral, bentónica, plantónica; perifiton, epifítica, epilítica, epipelon; epífita, en charcos lodosos; masas flotantes, cenobios mucilaginosos; subaérea; termófila.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: Edo de México (Texcoco), Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla (Tehuacán), SLP (Huasteca), Yucatán.

SUBORDEN RAPIDINEAE FAMILIA ACHNANTHACEAE

Células heterovalvares, con rafe en una de las valvas, denominadas valva con rafe (VR), hipoteca o inferior, y solo un área axial más o menos desarrollada en la otra valva sin rafe (VSR), epiteca o superior. Sin procesos labiados.

ACHNANTHES Bory

Células libres o epifitas, solitarias o coloniales, generalmente fijas por un corto pedicelo mucilaginoso. Frústulos rectangulares y algo recurvadas en vista cingular. Vista valvar isopolar, lanceolada, lineal-lanceolada u, ocasionalmente, elíptica o lineal-elíptica; vista conectiva más o menos angulosa, plegada en forma de ángulo obtuso. La VR es cóncava, angulosa, la VSR es convexa. Tanto el área axial como el rafe pueden ser rectos, oblicuos o sigmoideos y de posición mediana, marginal o submarginal. La ornamentación puede ser idéntica o diferente en ambas valvas, y consiste en estrías muy finas o en series de gruesos poros, paralelas o radiales. Frecuentemente el área media es hialina y alargada, en forma de cruz o stauros. Algunas especies presentan en el centro de la VSR un área clara con forma de herradura abierta hacia el margen, denominada "sinus", "cámara hueca" o "cavum" (Moss y Carter, 1982 In: Maidana, 1985). Presentan 1 ó 2 grandes plastos por célula o numerosos plastos más pequeños.

Achnanthes delicatula (Kützting) Grunow (lam. 3, figs. 3a y 3b)
In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991b. pag. 70, lam. 39, figs. 1-5
Valva lanceolada; ápices no evidentes, redondeados. VR: estrías punteadas, dos estrías cortas en el centro; estrías

centrales radiales y apicales paralelas; rafe recto con extremos proximales cercanos y rectos; área central pequeña e irregular; área axial estrecha. VSR: sin cavum intervalvar en el área media; estrías punteadas, paralelas en el centro y radiales en los extremos; área axial (pseudorafe) estrecha y central; área central pequeña. Se observó un ejemplar

Dimensiones: Long.: 16 μm ; a.: 4.7 μm ; estrías: 16 en 10 μm en VR y 12 en 10 μm en VSR.

(3): long.: 7-20 μm . y a.: 4-8 μm .

Muestras: 2

Datos ecológicos: Río, mesohalobia, alcalófila.

Forma de vida: bentónica.

Distribución mundial: Inglaterra, Reino Unido.

Distribución en México: México central.

Achnanthes exigua Grunow in Cleve et Grunow (lam.3, fig. 4 a y b)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991b. pag. 38, lam. 23, figs. 8-9

Valva elíptica a elíptico-lineal o lanceolada; ápices protuberantes rostrados a rostrado-capitados; VR: estrías lineadas, ligeramente radiales en centro y ápice; rafe recto con terminaciones proximales más anchas, lejanas y rectas; área central rectangular o estauroide y angosta; 2 a 3 estrías centrales más cortas; área axial estrecha. VSR: estrías ligeramente radiales en el centro y paralelas o ligeramente radiales hacia los ápices; dos estrías centrales opuestas; pseudorafe recto y central; área central ausente, recta o elíptica y angosta; engrosamiento central no evidente.

Dimensiones: Long.: 7-15 μm ; a.: 4.7- 6.3 μm ; estrías: 23-26 en 10 μm , en ambas valvas.

(3): long.: 5-17 μm . y a.: 4-8 μm .

Muestras: 1 a 6

Datos ecológicos: Es más frecuente en trópicos o subtropicos que en la zona templada, donde está distribuida en aguas termales. Ríos, lagos, cascadas, manantiales, cenotes-aguas termales, gradiente de salinidad en marismas; sedimentos fósiles de lagos; se presentan en estanques de acuarios. Cosmopolita, en unas condiciones muy amplias de temperatura y luz; oligohalobia o indiferente a la sal; pH 6.8-9 con un óptimo cerca de 8; euritéricas; indiferente a la corriente.

Forma de vida: Litoral, bentónica; epipelón, epilíton, perifítica.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: México central. Michoacán (Pátzcuaro), Edo. de México (Texcoco), Morelos, Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

Achnanthes lanceolata (Brebisson) Grunow (lam. 3, figs. 5a y 5b)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991b. pag. 75, lam. 44

Valva lanceolada a elíptica, con ápices no evidentes, de redondeados a ligeramente subrostrados. VR: estrías lineadas, radiales en centro y ápices; rafe recto con terminaciones proximales cercanas, más anchas que el resto del rafe y ligeramente curvados hacia el mismo sentido; área central ancha y rectangular, con 1-2 estrías opuesta más cortas; área axial estrecha. VSR: con herradura intervalvar en el área media;

estriás lineadas y radiales; área axial (pseudorafe) lanceolada, estrecha y central; el área central es pequeña y forma un espacio lanceolado junto con el área axial, o ausente.

Dimensiones: Long.: 11-19 μm ; a.: 4.5-8 μm ; estriás: 9-16 en 10 μm , en ambas valvas.

(3): long.: 6-40 μm y a.: 4.5-10 μm .

Muestras: 2 a 6, 17 y 20

Datos ecológicos: Uno de los primeros taxa en colonizar nuevas corrientes. Ríos, cenotes-aguas termales, lagos, manantiales, aguas estancadas, charcos, cascadas, puestas de rana, paredones; corrientes en varios biomas; oligohalobias o indiferentes a la sal; pH de 4-9, con un óptimo 7.2-7.5; eutérmicas; requiere altas concentraciones de oxígeno. Registrada en Europa central como común en crecimientos masivos en un amplio rango de condiciones ecológicas, especialmente en aguas xenoligosabrálicas, pero tolerantes a la contaminación orgánica alta en microbiotopos bien aereados.

Forma de vida: Litoral; bentónicas, planctónicas; epifíticas, epipelon, epilíton, epilítica; perifíticas; subaérea.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: México central. Morelos, Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

Achnanthes minutissima Kützing (lam. 4, figs. 1a y 1b)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991b. pag. 560, lam. 32

Valvas lanceoladas a lineal-lanceoladas con ápices redondos subrostrados a capitados; vista conectiva angular. VR: estriás punteadas y radiales; rafe recto y con extremos proximales cercanos y rectos y extremos distales curvos; área central estauroide, elíptica, redondeada o irregular y con dos estriás cortas y espaciadas; área axial lineal y estrecha. VSR: estriás punteadas y radiales; área axial (pseudorafe) recta, delgada y central; área central lanceolada a asimétrica. Engrosamiento central no evidente.

Dimensiones: Long.: 9-18 μm ; a.: 3-4.5 μm ; estriás: más de 25 en 10 μm en ambas valvas.

(3): long.: 5-25 μm . y a.: 2.5-4 μm .

Muestras: Todas las muestras del transecto.

Datos ecológicos: Ampliamente distribuida, una de las diatomeas más ubicuas conocidas, euritrópica, eurioica. Suelo húmedo, aguas corrientes ríos, arroyos, corriente de montaña, charcos, manantiales, presas, sedimentos fósiles de lago; oligohalobia probablemente indiferente; amplios rangos de pH, 4.3-9.2, óptimo 7.5-7.8; curso de agua alcalina dulce, a veces bastante mineralizada; eutérmica, euritérmica; meso a oligosaprobio; indiferente a la corriente; indiferente al calcio y al hierro; es el mejor indicador de altas concentraciones de oxígeno en aguas alcalinas.

Forma de vida: Edáfica; litoral; bentónica, epífita sobre algas filamentosas; cenobios mucilaginosos apretados; epilítica, epifítica, perifítica.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: México central, Edo. de México (Texcoco), Puebla (Tehuacán).

COCONEIS Ehrenberg

Células solitarias o epifitas de algas o plantas acuáticas fijas por la VR. Frústula no curvada y con contorno elíptico regular y polos redondeados, no diferenciables del cuerpo principal. La VR es plana hasta fuertemente convexa, en tanto que la VSR desde plana hasta moderadamente convexa. Ambas valvas presentan a menudo un patrón diferente de ornamentación o estructura. VR: con ornamentación más vigorosa que consiste en estrias punteadas o lineales, perpendiculares al eje apical y paralelas o radiales en el centro, o aparentemente curvada hacia los extremos; margen liso o con una ornamentación particular de poros o puntos y en algunas especies hay una o más bandas hialinas marginales y submarginales interrumpiendo las estrias; bandas intercalares presentes, aunque a veces reducidas; no presentan septos, ni cinturones secundarios. VSR con pseudorafe axial.

Cocconeis placentula Ehrenberg (lam. 4, figs. 2a y 2b)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991b. pag. 86, lam. 52

Células elípticas. VR: área axial estrecha y área central más o menos circular y pequeña; rafe filiforme con terminaciones proximales más amplias y cercanas, terminaciones distales rectas, internas en el área marginal, estrias finamente punteadas, curvas, con una interrupción hialina submarginal. VSR: pseudorafe lineal estrecho y recto; estrias radiadas, curvas, finamente punteadas, con puntos ondulantes.

Dimensiones: Long.: 15-23 μm ; a.: 8.6-16 μm ; estrias en VR: 12-17 en 10 μm y 13 a 20 en VSR.

(3): long.: 7.5-48 μm . y a.: 8-40 μm .

Muestras: 1,4, 17 y 20

Datos ecológicos: Aguas corrientes y estancadas, ríos, arroyos, canales de temporal, corrientes de montaña, lagos, pantanos litorales de lagos, cenotes, aguas circulantes, sedimentos fósiles de lago, diatomitas; aparentemente indiferentes a la sal pero poco comunes en aguas salobres, toleran baja salinidad; se encuentran comunmente en aguas neutras a alcalinas, evita las aguas ácidas, pH de 4.7 a 9, pH óptimo cerca de 8; eutérmica; sapróbica a mesosapróbica; indiferente a la corriente; en aguas contaminadas.

Forma de vida: Bentos, sedimentos; epífita de macrofitas, plantas acuáticas; sobre objetos diversos; epilítica. Cenobios mucilaginosos apretados.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: Estado de México (Texcoco), Guanajuato, Hidalgo, Michoacán (Pátzcuaro), Puebla (Tehuacán), SLP (Huasteca), Tlaxcala, Yucatán.

Cocconeis placentula Ehrenberg var. lineata (Ehrenberg) Cleve (lam. 4, fig. 3). In: Krammer & Lange-Bertalot. 1991b. pag. 87, lam. 52, fig. 8

VSR: área axial (pseudorafe) lineal y estrecho; estrias punteadas, elongadas, radiales y formando líneas longitudinales ondulantes.

Dimensiones: Long.: 19-25 μm ; a.: 7-14 μm ; estrias 16-18 en

10 μm en VSR.

(3): long.: 10-80 μm .

Muestras: 1, 2, 4, 5 y 6.

Datos ecológicos: Cienos, lodos, charcos, sedimentos de ríos, ríos, arroyos, agua corriente salobre, cenotes, aguas termales, manantiales, laguna, presas, puestas de rana, diatomita: oligohalobia indiferente; alcalófila; termófila; oligo o mesosaprobia; indiferente a la corriente.

Forma de vida: Bentónica, plantónica; epipelon, epiliton, perifítica; edáfica.

Distribución mundial: Afganistán, Argentina, Brasil, España, Europa, EEUU (Arizona), Groenlandia, Irak, Java, Japón, Nepal, Polonia.

Distribución en México: Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla (Tehuacán), SLP (Huasteca)

Cocconeis placentula var. **pseudolineata** (lam. 4, fig. 4)

In: Kramer & Lange-Bertalot. 1991b. pag. 87, lam. 54, figs. 5-11

Valva elíptico lanceolada. VSR: con pseudorafe lineal estrecho; estriás radiadas, curvas, bandeadas y con puntos ondulantes. Se observó un ejemplar.

Dimensiones: Long.: 23 μm .; a.: 12.6 μm .; estriás en VR: 17 en 10 μm . y en VSR 19 en 10 μm .

(3): long.: 7.5-38 μm .

Muestras: 1 y 5

Distribución mundial: (3): Europa central

Distribución en México: no hay registro.

Cocconeis scutellum Ehrenberg var. **parva** (Grunow) Cleve (lam. 4, fig. 5)

In: Kramer & Lange-Bertalot. 1991b. pag. 93, lam. 58, figs. 1-13

Célula elíptica y convexa. VR: área axial lineal; área central imperceptible; rafe filiforme, con terminaciones distales y proximales poco claros; estriás interrumpidas por un anillo submarginal, formadas por areolas redondeadas y con disposición paralela en el centro y radiada en los ápices. VSR: pseudorafe lineal estrecho y sin área central; estriás conspicuas, radiadas y con puntos ordenados. Se observó un ejemplar.

Dimensiones: Long.: 16 μm ; a.: 10.3 μm ; estriás en 10 μm . VR: 14 y VSR: 12.

(3): long.: 8-60 μm . y a.: 5-40 μm .

Muestras: 4

Datos ecológicos: Suelo; alcalófila, euhalobia, marina, aguas con alta conductividad y siempre reófilas.

Forma de vida: edáfica, perifítica.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán).

FAMILIA NAVICULACEAE

Células isovalvares con rafe en ambas valvas.

AMPHORA Ehrenberg

Frústulas generalmente elípticas o lineal-elípticas, con extremos anchamente redondeados, truncados, subtruncados o rostrados. Valvas muy convexas de modo tal que en un plano solo

se ve una porción de la valva. La vista conectiva presenta un contorno elíptico truncado en los dos polos, observándose vecindad en los dos márgenes convexos de los rafes de cada una de las valvas. Así, la vista conectiva es más estrecha, a menudo con cinturones secundarios; eje perivalvar curvo. Rafe fino o grueso, recto, arqueado o sinuoso, generalmente filiforme, con los extremos distales rectos o curvados dorsal o ventralmente. Estrias punteadas o lineadas, paralelas o radiales del lado dorsal y paralelas, radiales o convergentes del ventral. El área central, cuando está presente, puede ser redondeada, rectangular estaoroide unilateral dorsal o unilateral ventral. Generalmente con un solo plasto, a veces 2 ó 4.

***Amphora lybica* Ehrenberg (lam. 5, fig. 1)**

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag.345, lam.149, figs. 3-11.

Forma celular elíptica en vista valvar, sin polos protuberantes del cuerpo de la valva; ápices subrostrados y rectos en vista valvar; margen ventral cóncavo a recto, margen dorsal convexo; con cinturas secundarias (bandas intercalares) muy evidentes en vista dorsal, ornamentadas; área axial angosta; área central unilateral dorsal; presencia de puntos en la parte ventral; estrias dorsales radiadas lineoladas, con 5-6 centrales más espaciadas que el resto y estrias ventrales radiadas en el centro y ligeramente convergentes en los ápices; rafe grueso, sinuoso con extremos distales curvos hacia margen dorsal. Espacio hialino cuadrangular en margen dorsal que interrumpe las estrias centrales.

Dimensiones: Long.: 24-25 μm ; a.: 5 μm ; estrias: 14 en 10 μm en el centro y 15 en 10 μm en ápices.

(3): long.: 20-80 μm . y a.: 14-35 μm .

Muestras: 4 y 5

Datos ecológicos: (1): oligohalobionte, indiferente.

Forma de vida: (1): bentos

Distribución mundial: (1): Europa

Distribución en México: No hay registro

***Amphora montana* Krasske (lam. 5, fig. 2)**

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag.349, lam. 149, figs. 18-27

Célula con polos protuberantes del cuerpo de la valva, rostrados y curvos hacia margen ventral; margen ventral ligeramente convexo y margen dorsal convexo; cinturas secundarias muy evidentes tanto en vista dorsal como en vista ventral, lisas; nódulo central dorsal; área axial angosta y recta; área central semiestauros, unilateral ventral y pequeña; estrias dorsales finamente punteadas y radiales; estrias centrales regularmente acortadas y más juntas; estrias ventrales más pequeñas, radiales y finamente punteadas; rafe filiforme, fino, con terminaciones distales curvadas dorsalmente.

Dimensiones: Long.: 13-18 μm ; a.: 7-7.8 μm ; estrias: más de 25 en 10 μm .

(3): long.: 9-25 μm . y a.: 7-10 μm .

Muestras: 5, 20, 22, 23 y 24

Datos ecológicos: Cosmopolita; diatomitas, corrientes someras, paredones, corrientes de agua con baja conductividad; aerófila; más abundante en zonas tropicales que templadas; (1):

dulceaquícola, alcalófila, eutrófica, mesosopróbica, requiere alta concentración de oxígeno (alrededor del 100% de saturación), generalmente en fuera de cuerpos de agua.

Forma de vida: Subaérea, epilítica, edáfica.

Distribución mundial: Europa.

Distribución en México: México central; Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

Amphora veneta Kützing (lam. 5, fig. 3)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 348, lam. 151, figs. 9-17

Célula con forma elíptica en vista valvar, de polos más o menos protuberantes, redondeados y generalmente rectos o ventralmente curvos; margen ventral ligeramente convexo y margen dorsal ligeramente convexo; cinturas secundarias en vista dorsal, lisas; área axial unilateral, angosta y lineal; área central ausente; estrías dorsales lineadas, ligeramente radiales y centrales más o menos separadas; estrías ventrales no evidentes; rafe ligeramente arqueado dorsalmente.

Dimensiones: Long.: 12-25 μm ; a. hemivalva: 4-6 μm ; estrías: 18-25 en 10 μm .

(3): long.: 5-60 μm . y a.: valva: 7-18 μm .

Muestras: 1 a 6, 20 y 24

Datos ecológicos: Suelos húmedos, sedimentos de laguna, sedimentos fósiles de lago, remansos, litorales de lagos, pantanos litorales de lagos, arroyos salinos, cenotes-aguas termales; oligohalobios, eurihalobios; comunmente en aguas duras a moderadamente duras; pH de 7.2 a 8, óptimo cerca de 8.5; eutrómicas; alfa, meso y polisapróbica; mesooxibiontica, más a menudo en ambientes bien aereados; en aguas poco conductivas, limnobiótica a indiferente a la corriente. A menudo se le encuentra con **Epithemia**.

Forma de vida: litoral, bentónica, epifítica, perifítica, epipelona, epilítion; epifitas sobre algas filamentosas; edáficas.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: Edo. de México (Texcoco), México central, Puebla (Tehuacán).

ANOMOEONEIS Pfitzer

Células lanceoladas, transversal y longitudinalmente simétricas, con o sin constricción central y de tamaño muy variado. Característicamente, con estrías punteadas que forman líneas longitudinales, desiguales y sinuosas; en algunos casos, estas líneas están distantes originando espacios hialinos, longitudinales u oblicuos, de aspecto ondulante, o bien, las estrías se ven "borrosas".

Anomoeoneis sphaerophora (Ehrenberg) Pfitzer (Lam. 5, fig. 4)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 345, lam. 149, figs. 3-11

Valva elíptico-lanceolada de polos protuberantes, ápices capitados y márgenes convexos en toda la valva; área axial lineal, con hilera de areolas bordeando el área axial no separadas de las estrías; área central rectangular; estrías punteadas, no interrumpidas, con longitud variable en el área central; rafe recto con terminaciones proximales distantes y curvadas hacia el mismo lado y terminaciones distales curvadas

hacia el mismo lado. Se observó un ejemplar.

Dimensiones: Long. 51 μm ; a: 16.4 μm ; estrías 17 en 10 μm .

(3): long.: 25-200 μm . y a.: 12-60 μm .

Muestras: 5

Datos ecológicos: Riberas de agua dulce, estancada o circulante, charcos, lagos, estanques intermitentes o no, corrientes, sedimentos fósiles de lago; oligo-eurihalobias, aguas duras; alcalibiontes, pH de 6.4 a 9 con un óptimo bajo 8.5; eutérmica; riófilas

Forma de vida: litoral, bentónica, perifítica; entre macrofitas.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: Estado de México (Texcoco), Guanajuato. México central.

CALONEIS Cleve

Frústulas sin bandas intercalares ni séptos. Valvas de contorno variable, aunque generalmente lineal-lanceolada, elíptica o triondulada. Áreas axial y central de forma y amplitud variable. Rafe recto o sinuoso. La ornamentación está compuesta por alvéolos angostos con forámenes internos ubicados a la misma distancia del margen dando aspecto, con microscopio óptico, de líneas longitudinales angostas. Estrías radiales o ligeramente paralelas.

Caloneis bacillum Grunow (lam. 5, fig. 5)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 390, lam. 173

Valva lineal-lanceolada con márgenes paralelos, ápices anchos redondeados, fascia transversa (stauros) amplia; área axial ancha, lineal-lanceolada; área central de cerca de un tercio del ancho de la valva; rafe delgado y recto; una línea longitudinal marginal; estrías paralelas en toda la valva, de longitud variable, interrumpidas completamente en la región del stauros.

Dimensiones: Long.: 24-27 μm ; a.: 4 μm ; estrías: 20 a 22 en 10 μm .

(3): long.: 15-48 μm . y a.: 4-9 μm .

Muestras: 4 y 5.

Datos ecológicos: Ríos, arroyos, corrientes, estanques, manantiales, cenote-aguas termales, ambientes marinos costeros, sedimentos fósiles de lago; oligo-eurihalobio, en aguas suaves o duras; pH de 4.3 a 9, óptimo 7.5-8; eutérmica; saproxena; reófila

Forma de vida: Litoral, bentónica, epipelón, epilítón, perifítica

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: México central; Edo. de México (Texcoco), Morelos, Puebla (Tehuacán)

Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve (Lam. 5, fig. 6)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 388, lam. 172, fig. 7

Valva elíptico-lanceolada, márgenes paralelos, convexos en el centro, polos acuminados y ápices redondeados. Engrosamientos en forma de luna en área central, sin fascia transversa; área axial continua con el área central en forma lanceolada; área

central de amplitud menor de 1/4 del ancho de la valva; rafe recto una línea submarginal poco evidente; estriás ligeramente paralelas en toda la valva.

Dimensiones: Long.: 19-24 μm ; a.: 7-8.6 μm ; estriás: 19-20 en 10 μm .

(3): long.: 13-120 μm . y a.: 5-20 μm .

Muestras: 1 a 6

Datos ecológicos: En manantiales, corrientes, ríos, charcos de agua dulce alcalina, cieno, entre musgo; tolerante a un amplio rango de condiciones de agua dulce.

Forma de vida: Bentónica; perifítica

Distribución mundial: Reino Unido (Inglaterra), España (Murcia), Europa central, EEUU.

Distribución en México: Coahuila, Hidalgo, Jalisco, Puebla (Tehuacán).

CYMBELLA Agardh

Células solitarias, libres o fijas por un estilo, o en colonias dentro de tubos mucilaginosos, segregado por los mismos organismos. En vista valvar, arqueadas, naviculoides, lanceoladas, lineal-lanceoladas o subelípticas, siempre con cierto grado de dorsiventralidad, determinado por el rafe que "parte" a la valva en dos segmentos, uno más convexo (dorsal) que el otro (ventral). Rafe filiforme, lateral o complejo. Área axial rectilínea, lanceolada o arqueada dorsalmente; área central de formas variables, diferenciable o no de la axial. Estriás punteadas radiales o ligeramente paralelas. Algunas especies presentan dentro de la parte central uno o más estigmas, en posición dorsal o ventral.

Cymbella affinis Kützing (Lam. 6, fig. 1)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 314, lam. 125, fig. 4

Valva con margen dorsal convexo, margen ventral ligeramente convexo y ápices rostrados a subrostrados; área axial angosta, arqueada; área central poco evidente o irregular, más ancha del lado ventral; rafe reverso-lateral, en posición ventral, con extremos proximales redondos y dorsalmente curvados; nódulo central presente; un estigma central en el extremo de la estriá central del margen ventral; estriás radiales en toda la valva.

Dimensiones: Long.: 23-25 μm ; a.: 7-8 μm ; estriás: 9-14 en 10 μm . en ambos márgenes.

(3): long.: 10-50(70) μm . a.: 7-12(16) μm .

Muestras: 1 a 6 y 20

Datos ecológicos: Cosmopolita; ríos, arroyos, cascadas, charcos, manantiales, cenote-aguas termales, corrientes en varios biomas, cursos de agua alcalina y salobre, puestas de rana; euri- oligohalobia, indiferente; pH de 4.3 a 9, óptimo 7.5-8.5; eutérmica; sapróbica a oligosapróbica; de ambientes muy oxigenados; indiferente a la corriente.

Forma de vida: Bentos, litoral; forma masas sobre rocas, macroalgas, epífitas; perifítica, epifítica, epilíton.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: México central; Morelos, Puebla (Tehuacán), SLP (El Salto)

Cymbella cfr. *gaeumannii* Meister (Lam. 6, fig. 2)

In: Krammer & Lange-Bertalot, 1986. pag. 308, lam. 119, figs. 39 y 47

Valva con margen ventral ligeramente cóncavo y ápices redondeados, capitados a subcapitados; área axial angosta recta y área central ausente; rafe recto, ligeramente dorsal, extremos proximales ligeramente curvos al dorso y extremos distales ligeramente rectos; nódulo central pequeño; estrias finamente punteadas y paralelas.

Dimensiones: Long.: 17-24 μm ; a.: 5 μm ; estrias: 17 en 10 μm

(3): long.: 14-22 μm ., a.: 4-5 μm .

Muestras: 2, 5 y 6.

Datos ecológicos: (1): oligotrófica; (7): en zonas húmedas, de temporal, dulceacuícola, acidófila, oligotrófica, oligosapróbica, cerca del 100% de saturación de oxígeno,

Distribución mundial: (1, 3 y 7): principalmente nórdico-alpina

Distribución en México: No hay registro.

Especie a confrontar dada su distribución mundial, la ausencia de registro previo para México y su carácter acidófilo.

Cymbella gracilis (Rabenhorst) Cleve (lam. 6, fig. 3)

In: Krammer & Lange-Bertalot, 1986. pag. 308, lam. 120, figs. 1-16

Valva lanceolada con margen ventral prácticamente rectilíneo y margen dorsal ligeramente convexo, ápices finamente redondeados; área axial angosta recta y área central pequeña; rafe recto, ventral, extremos proximales dorsalmente curvados y extremos distales ventralmente curvados; nódulo central; sin estigma; estrias radiales, finamente punteadas.

Dimensiones: Long.: 21-23 μm ; a.: 5 μm ; estrias: 19 en 10 μm

(3): long.: 22-57 μm ., a.: 4.5-9 μm .

Muestras: 2, 5 y 6

Datos ecológicos: Agua corriente salobre; (7): comunmente en zonas húmedas de temporal, oligohalobiótica a halófila, acidófila, oligosapróbica, oligo a mesotrófia, aguas frías.

Forma de vida: (1): Epífita.

Distribución mundial: España; (2, 3): Europa central, (6): India

Distribución en México: Puebla (Tehuacán), SLP (Huasteca).

Cymbella hustedtii Krasske (lam. 6, fig. 4)

In: Krammer & Lange-Bertalot, 1986. pag. 333, lam. 140, figs. 9-17

Valva moderadamente dorsi-ventral con margen dorsal convexo y el ventral ligeramente convexo; ápices redondeados, subrostrados; área axial angosta y área central no evidente; rafe filiforme, lateral en posición ventral con extremos proximales rectos y extremos distales dorsalmente curvados; sin estigma; estrias paralelas y radiales hacia los ápices, una estria central más corta. Se observó un ejemplar.

Dimensiones: Long.: 16.5 μm ; a.: 5 μm ; estrias: 18 en 10 μm .

(3): long.: 13-26 μm ., a.: 5-8 μm .

Muestras: 6

Datos ecológicos: (8): Ríos, oligohalobionte indiferente; indiferente a pH o alcalibionte; oligotrófica; buena oxigenación; tolerante a ciertos grados de desecación; ambientes lénticos, limnófila.

Forma de vida: bentónica

Distribución mundial: Reino Unido (Inglaterra)

Distribución en México: SLP (Huasteca)

Cymbella pusilla Grunow (lam. 6, fig. 5)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 340, lam. 148, fig. 8

Valva naviculoide, moderadamente dorsi-ventral con margen ventral ligeramente cóncavo a recto y ápices redondeados; área axial angosta que se ensancha hacia el área central, progresivamente; sin área central; rafe filiforme, central, con extremos proximales y distales dorsalmente curvados; sin estigma; estriás aparentemente lineadas, radiales y paralelas a ligeramente convergentes hacia los ápices; una o más estriás centrales más cortas.

Dimensiones: Long.: 20-21 μm ; a.: 5-6 μm ; estriás: 18-20 en 10 μm .

(3): long.: 18-42 μm , a.: 4-8 μm .

Muestras: 2, 6 y 25

Datos ecológicos: Cosmopolita: dulceacuicola o en aguas salobres. Ríos, manantiales, cenotes-aguas termales, charcos en desecación, ambientes cercanos al mar, cursos de agua salobres, ocasionalmente en aguas salobres de estuarios, sedimentos fósiles de lagos; oligo, meso o euhalobios; indiferente al pH; eutérmica, aguas con conductividad moderadamente alta.

Forma de vida: Bentos, litoral, epipelón, perifítica; asociada con algas filamentosas.

Distribución mundial: España, EEUU (Arizona, Luisiana-Golfo de México), Europa central, Francia, India, Reino Unido

Distribución en México: Edo. de México (Texcoco), Puebla (Tehuacán); México central.

Cymbella silesiaca Bleisch in Rabenhorst (lam. 6, fig. 6)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 304, lam. 117, fig. 8

Valva con forma ligeramente lanceolada, dorsi-ventral, con margen ventral ligeramente cóncavo a recto y margen dorsal convexo; ápices rostrados; área axial angosta y área central no evidente con un estigma ventral; rafe ventral con extremos proximales curvados dorsalmente y extremos y distales ventralmente curvados; estriás punteadas, paralelas del lado ventral y radiales a paralelas del lado dorsal.

Dimensiones: Long.: 14-26 μm ; a.: 5-8 μm ; estriás: 13-20 en 10 μm .

(3): long.: 15-46 μm , a.: 6.5-14 μm .

Muestras: 2, 4, 5, 6, 20 y 23.

Datos ecológicos: Cosmopolita en aguas oligo a eutróficas; mesosaprobio.

Distribución mundial: Europa Central.

Distribución en México: Puebla (Tehuacan), SLP (Huasteca)

Cymbella turgidula Grunow (lam. 6, fig. 7)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 3145 lam. 126, figs. 6-7

Valva dorsi-ventral, con margen ventral ligeramente cóncavo, margen dorsal convexo y ápices subrostrados a rostrados; área axial lineal, angosta y arqueada dorsalmente; área central muy pequeña, orbicular con dos estigmas ventrales; rafe reverso-

lateral, posición ventral, con extremos proximales cercanos y rectos y los extremos distales dorsalmente curvados; estriás punteadas y radiales; dos estriás cortas centrales.

Dimensiones: Long.: 23.5-26 μm ; a.: 7-9.5 μm ; estriás: 12-13 en 10 μm .

(3): long.: 26-50 μm ., a.: 10-15 μm .

Muestras: 2 y 4

Datos ecológicos: Corrientes en varios biomas. Ríos, arroyos; indiferente al pH; aguas bien oxigenadas y con alta conductividad

Forma de vida: Perifiton, epifiton; macroálga

Distribución mundial: EEUU, Europa Central, Reino Unido

Distribución en México: Puebla (Tehuacán).

DIPLONEIS Ehrenberg

Frústulos sin bandas intercalares ni septos. Valvas elípticas, lineal, lineal-elípticas o romboide-elípticas, a veces constreñidas en el centro. Rafe rectilíneo, filiforme. Nódulo central expandido longitudinalmente y bifurcado formando una "H" cuyos brazos son paralelos al rafe. Sobre el lado externo de los brazos hay un canal longitudinal de ancho variable (conopeum). Costillas transversales paralelas o radiales. Estriás punteadas o cruzan por otras estriás paralelas a los márgenes, que al unirse dan un aspecto de aréola. En algunas especies, el espacio entre dos estriás está ocupado por una simple o doble serie de poros gruesos.

Diploneis oblongella (Nägeli ex Kützing) Ross (lam. 6, fig. 8)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 287, lam. 108, figs. 7-10; Patrick & Reimer. 1966. pag. 414, lam. 38, fig. 8

Valva lineal-elíptica con extremos ampliamente redondeados; conopeum angosto y lineal; hilera sencilla de areolas en las estriás de la zona del conopeum; área central amplia y redonda; areolación de las estriás en tresbolillo; estriás paralelas, ligeramente radiales; septos estrechos y un poco más amplios hacia el área central; un anillo de poros.

Dimensiones: Long.: 21 μm ; a.: 8.6 μm ; estriás: 16 en 10 μm .

(3): long.: 10-40 μm ., a.: 6-10 μm .

Muestras: 5

Datos ecológicos: Sedimentos fósiles de lagos; oligohalobia a indiferente; alcalófila, pH óptimo sobre 8.0; saproxena, aerófila; indiferente a la corriente.

Forma de vida: litoral, perifítica.

Distribución mundial: Cosmopolita. Principalmente en los trópicos.

Distribución en México: México central, Edo. de México (Texcoco).

Diploneis pseudovalis Hustedt (lam. 6, fig. 9)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 287, lam. 108, figs. 11-13; Patrick & Reimer. 1966. pag. 412, lam. 38, fig. 5

Valva lineal-elíptica con ápices ampliamente redondeados y rafe recto; conopeum angosto y lineal; hilera sencilla de areolas más grandes en las estriás en la zona del conopeum; área central amplia y elíptica; areolación de las estriás en tresbolillo;

estrias paralelas, ligeramente radiales; poros de cada canal.

Dimensiones: Long.: 18,5-21 μm ; a.: 8-8,8 μm ; estrias: 12-13 en 10 μm .

(3): long.: 16-31 μm , a.: 9-14 μm .

Muestras: 1 y 3.

Datos ecológicos: Arroyos, sedimentos fósiles de lagos; gradiente de salinidad en marismas; oligo a eurihalobia; alcalófila; eutérmica

Forma de vida: litoral

Distribución mundial: EEUU (Luisiana-Golfo de México)

Distribución en México: México central; Edo. de México (Texcoco), Puebla (Tehuacán).

GOMPHONEMA Ehrenberg

Células libres o epifitas, fijas al sustrato por un pedúnculo mucilaginoso simple o ramificado. Frústulas heteropolares, tanto en vista valvar como en vista conectiva. Valvas simétricas respecto del eje apical. Vista conectiva siempre cuneiforme. Vista valvar con rafe rectilíneo, sinuoso o complejo que coincide con el eje de simetría. La valva en el polo de fijación es estrecha, mientras que el polo apical es ancho; de esta forma, el contorno es siempre más o menos piriforme. Estrias finas, lineadas, lineoladas o punteadas, con los poros más o menos individualizables con microscopio óptico; área axial estrecha; área central de forma variable, algunas veces ligeramente asimétrica y presenta frecuentemente uno o varios estigmas, próximos al extremo de una o más estrias centrales o no. En general, presentan un solo plasto por célula.

Gomphonema affine Kützing (lam. 7, fig. 1)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 366, lam. 161, figs. 1-3

Células con valvas lineal-lanceoladas, ápice y base redondeados u obtusos; rafe lateral al comienzo, con extremos terminales poco evidentes; área axial delgada; área central pequeña, transversal, con uno o dos estigmas; estrias punteadas, centrales cortas, la estria opuesta al estigma corta y más separada de las adyacentes; estrias radiales en toda la valva o paralelas en el centro y radiales hacia los ápices; nódulo terminal en la base.

Dimensiones: Long.: 40-65 μm ; a.: 8-13 μm ; estrias: 11 en 10 μm .

(3): long.: 30-100 μm , a.: 7-12 μm .

Muestras: 4, 5, 6, 20 y 23

Datos ecológicos: En regiones tropicales y subtropicales; ríos, suelos húmedos; oligohalobia; indiferente al pH; eutérmica, en aguas cálidas; tolera un amplio rango de conductividad en agua dulce.

Forma de vida: Litoral, edáfica.

Distribución mundial: Argentina, EEUU, Europa central,

Distribución en México: Hidalgo, México central, Puebla (Tehuacán).

Gomphonema angustatum (Kützing) Rabenhorst (lam. 7, figs. 2 y 3)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 360, lam. 155, figs. 1-21

Valvas lanceoladas o lineales con ápice rostrado, subrostrado a

capitado y base rostrada; rafe recto; área axial delgada y área central pequeña, central unilateral, con un estigma; estrías punteadas, radiales o paralelas, las centrales más cortas, separadas de las adyacentes.

Dimensiones: Long.: 18-34 μm ; a.: 5-10 μm ; estrías: 11-15 en 10 μm .

(3): long.: 12-45 μm , a.: 5-9.5 μm .

Muestras: 2, 6 y 25.

Datos ecológicos: Ríos, aguas corrientes, arroyos, manantial, cenote, estanques, charcos, lagos, sedimentos fósiles de lago; oligohalobia a indiferente; pH de 6.0 a 9.0, óptimo 7.5-7.7; meta-oligo-mesotérmica; oligosapróbica; eutrófica; indiferente a la corriente;

Forma de vida: litoral, bentónica, planctónica; perifítica.

Distribución mundial: Alemania, España, Irak, Iran, Polonia, Reino Unido.

Distribución en México: México central; Edo. de México (Texcoco), Yucatán.

Gomphonema clavatum Ehrenberg (Lam. 7, fig. 4)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 367, lam. 163 figs. 1-12

Valva lineal ensanchada, con ápice y base redondados a subrostrados; rafe sinuoso; área axial delgada lineal-lanceolada y área central variable, central y con un estigma; estrías finamente punteadas; estría opuesta al estigma más corta; las dos estrías centrales opuestas son más cortas, están más separadas de las adyacentes y son paralelas; las estrías adyacentes a las centrales son radiales y las apicales, paralelas; nódulo terminal en la base presente.

Dimensiones: Long.: 29-41 μm ; a.: 8 μm ; estrías: 10 en 10 μm .

(3): long.: 20-95 μm , a.: 6-14 μm .

Muestras: 4, 5 y 6.

Datos ecológicos: Ambientes muy variables; manantiales, aguas corrientes circumneutras y estancadas suaves; aparentemente indiferentes a la conductividad pero muy sensibles a la contaminación orgánica. Subaérea.

Forma de vida: Planctónica, bentónica, perifítica, epilítica.

Distribución mundial: Europa central

Distribución en México: Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

Gomphonema gracile Ehrenberg emend. van Heurck (Lam. 7, figs. 5-6)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 361, lam. 156, figs. 1-11

Valvas lanceoladas o con ápice agudo y base obtusa o aguda; rafe recto; área axial delgada y área central pequeña, e posición intermedia, unilateral y con o sin un estigma; estrías punteadas; dos estrías centrales opuestas separadas de las adyacentes, estría opuesta al estigma muy pequeña o indistinguible; estrías radiales.

Dimensiones: Long.: 30-38 μm ; a.: 6-9 μm ; estrías: 9-10 en 10 μm .

(3): long.: 20-100 μm , a.: 4-11 μm .

Muestras: 1 a 6.

Datos ecológicos: Cieno, entre musgo; dulceacuicolas: ríos.

cascadas, corrientes, sedimentos de ríos, cenote-aguas termales, lagos, lagunas, sedimentos fósiles de lagos; gradientes de salinidad en marismas; oligohalobionte, indiferente; amplio rango de pH de 5.5 a 9.0, óptimo 7.2-7.4; eutérmicas, termófilas; oligosaprobias; prefieren aguas de bajo contenido de nutrientes; subaéreas, amplio rango de conductividad; limnobiótica a limnófila; sensibles a la contaminación orgánica

Forma de vida: litoral, bentónica, planctónicas; epi-, perifítica, epipelona, epilítica.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: Especialmente bien desarrolladas en zonas templadas a tropicales. México central, Edo. de México (Texcoco), Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán (Pátzcuaro), Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

Gomphonema minutum (Agardh) Agardh (Lam. 8, fig. 1)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 370, lam. 159, figs. 5-7

Valvas elípticas, heteropolares, ápice y base redondeados; rafe filiforme; área axial estrecha; área central pequeña, unilateral y con un estigma; estrías punteadas, con estrías centrales más cortas y ligeramente paralelas; estrías apicales radiales; nódulo terminal en la base.

Dimensiones: Long.: 16-23 μm ; a.: 4-4.5 μm ; estrías: 11-13 en 10 μm .

(3): long.: m., a.: m.

Muestras: 20 y 25

Datos ecológicos: Eutrófica, mesosapróbica; (7): circumneutra.

Forma de vida: Perifiton

Distribución mundial: EEUU y Europa

Distribución en México: Puebla (Tehuacán)

Gomphonema parvulum Kützing (Lam. 8, figs. 2-6)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 358, lam. 154, figs. 1-25

Valvas desde clavadas hasta lineal-lanceoladas con ápices rostrados a capitados y bases redondeadas o rostradas; rafe filiforme con extremos proximales rectos; área axial estrecha y lineal; área central pequeña, irregular con un estigma de un lado; estrías lineadas; estrías centrales opuestas cortas; estrías radiales en los ápices y radiales o ligeramente paralelas hacia el centro.

Dimensiones: Long.: 15-32 μm ; a.: 6-8 μm ; estrías: 11-15 en 10 μm .

(3): long.: 10-36 μm , a.: 4-18 μm .

Muestras: 1 a 5, 20, 23 a 25

Datos ecológicos: Suelo húmedo, arroyos, ríos, corrientes, manantiales, charcos, lagos, paredón, puestas de rana; oligohalobia; indiferente al pH; meta-mesotérmica; en aguas corrientes circumneutras con conductividad baja a media; aerófilas.

Forma de vida: Litoral, perifítica, epilítica, perifiton.

Distribución mundial: EEUU (Ohio), Europa, Filipinas, Francia, India, Irak, Irán, Japón, Java, Nepal, Sumatra, Tíbet.

Distribución en México: México central, Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

Gomphonema truncatum Ehrenberg (Lam. 8, fig. 7)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 369, lam. 159.

Valva clavada, centro ancho, ápice ancho, redondado, base angosta y alargada; rafe recto; área axial y área central ancha, mediana y con un estigma central; estrías centrales alternándose largas y cortas; estrías apicales radiales.

Dimensiones: Long.: 38 μm ; a.: 9.5 μm ; estrías: 20-30
(3): long.: 13-75 μm ., a.: 7-17 μm .

Muestras: 5

Datos ecológicos: Ríos, corrientes; aguas circunneutras con dureza moderada; aguas frías a m. tibias; prefieren aguas con bajo contenido de nutrientes.

Forma de vida: Litoral

Distribución mundial: EEUU

Distribución en México: Mexico central, Morelos, Hidalgo, Puebla (Tehuacán).

MASTOGLOIA Thwaites

Frústulos solitarios o coloniales en tubos marinos o dulceacuícolas, libres o epífitas sobre algas y de algas verdes, a las que se adhieren por un moco difuso; las formas dulceacuícolas son libres. Valvas con cámaras marginales visibles en vistas laterales; valvar, elípticas, lineal-lanceoladas; con ápices redondeados o capitados; rafe recto o sinuoso, área central pequeña y rodeada de "H"; estrías punteadas, ligeramente radiales o paralelas; ordenación variada. Presencia de anillos marginales. Distintivamente, presentan bandas intercalares marginales.

Mastogloia elliptica Agardh (Lam. 9, fig. 1)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 434, lam. 207

Valva elíptica, área axial lanceolada y área central estrecha; estrías punteadas, radiales; Cámaras marginales del lado dorsal. Se observó un ejemplar.

Dimensiones: Long.: 46.4 μm ; a.: 11.8 μm ; estrías: 20-30 μm .

(3): long.: 20-80 μm ., a.: 9-18 μm .

Muestras: 5

Datos ecológicos: (3): eurihalina; (7): oligohalina; (1): mesohalina; (1): euhalina; (1): eurihalina; (1): euhalina; (1): euhalina; (1): euhalina; (1): euhalina. Crecen en cuerpos de agua, más raramente es común en lugares salinos, salobre, alcalófila; (1): mesohalobiótica.

Forma de vida: (1): epífitas

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán).

NAVICULA Bory

Células solitarias o agregadas, libres o fijadas a sustratos, isopolares, de formas variadas. Vista conectiva recta o curva; bandas intercalares. Rafe simple, mediano, con 2-3 estrías centrales y polares más o menos evidentes. Estrías de longitud, estructura y disposición variables. Área axial muy reducidas. Con o sin estigma central. La mayoría de las especies son eurihalinas.

veces tienen dos cloroplastos, raramente uno.

Navicula angusta Grunow (Lam. 9, fig. 2)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 97, lam. 28, figs. 1-4

Valva lanceolada, polos no diferenciados del cuerpo principal, ápice redondeados; rafe recto con extremos proximales cercanos y rectos, extremos terminales rectos; nódulo central pequeño; área axial estrecha lineal y central lisa y de forma variable; estriás rectas, regulares, distinguibles, completas en toda la superficie valvar, lineoladas; en los ápice las estriás son convergentes y en la zona central radiales; estriás limitrofes del área central regularmente cortas.

Dimensiones: Long.: 28.5-30.5 μm ; a.: 5.5-6.5 μm ; estriás: 13 en 10 μm .

(3): long.: 30-72 μm ., a.: 5-8 μm .

Muestras: 6, 20 y 23.

Datos ecológicos: Cenote-agua termal, paredones; aguas con baja a media conductividad

Forma de vida: epipelon, epilítica, perifítica.

Distribución mundial: EEUU (Arizona)

Distribución en México: Oaxaca, Puebla.

Navicula charlatii Peragallo (Lam. 9, fig. 3)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 157, lam. 63, fig. 20

Valva elíptico-lineal, márgenes ondulados, polos diferenciados del cuerpo de la valva, ápices capitados y sin diafragma polar; rafe sin engrosamiento silicoso con extremos proximales distantes y curvados y extremos terminales curvos en la misma dirección; un nódulo central grande; área axial estrecha lanceolada y área central lisa, orbicular y con un estigma elongado; estriás con areolas más gruesamente punteadas en los márgenes, todas curvas, de densidad relativa regular y distinguible, completas en toda la superficie, punteadas, todos los puntos ordenados longitudinalmente; estriás terminales de igual grosor que el resto de las estriás, radiales a paralelas y estriás centrales paralelas; las estriás limitrofes del área central muy reducidas, marginales y más espaciadas entre sí que el resto. Se observó un ejemplar completo.

Dimensiones: Long.: 36 μm ; a.: 11.5 μm ; estriás: 16 en 10 μm .

(3): long.: 30-45 μm ., a.: 10-16 μm .

Muestra: 5

Datos ecológicos: Diatomita

Distribución mundial: Europa central.

Distribución en México: no hay registro

Navicula cryptocephala Kützing (Lam. 9, fig. 4)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 102, lam. 31, figs. 8-14

Valva lanceolada con márgenes más convexos en área central, polos poco diferenciados del resto de la valva, ápices más o menos capitados, sin diafragma polar; rafe recto sin engrosamientos, extremos proximales cercanos y rectos, extremos distales curvos en la misma dirección; área axial estrecha, lineal y un poco ancha en el centro; área central pequeña, irregular, circular o elíptica; estriás lineoladas, rectas de

densidad regular, distinguibles, completas, sin estrías transversales; estrías terminales de grosor igual que el resto, paralelas o ligeramente convergentes, estrías centrales radiales y estrías limitrofes del área central alternando cortas y largas, curvas e igualmente espaciadas que el resto.

Dimensiones: Long.: 20-29 μm ; a.: 4.8-7 μm ; estrías: 15-16 en 10 μm .

(3): long.: 20-40 μm ., a.: 5-7 μm .

Muestra: 2, 4 a 6 y 20

Datos ecológicos: (1): mesohalobionte, alcalófila, mesotrófica, indiferente a mareas y corrientes; (2): cosmopolita, sensible a la polución; (3): en ríos, eutrófica, especie muy frecuente (5): lagos, ríos, dulceacuícola a ligeramente salobre; (7): dulceacuícola, a veces en lugares húmedos, circumneutral, mesosapróbica, oligo a eutrófica, requerimiento de oxígeno moderado. Halobionte indiferente.

Forma de vida: litoral, bentónica, planctónica; epífita, epipelón, epilítón, perífita

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: México central; Edo. de Mex. (Texcoco), Hidalgo, Morelos, Puebla (Tehuacán), SLP (Huasteca).

Navicula cryptotenella Lange-Bertalot (Lam. 9, fig. 5)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 106, lam. 33, fig. 15

Valva lanceolada con márgenes más convexos en área central, polos poco diferenciados del resto de la valva, ligeramente agudos; ápices redondeados, sin diafragma polar; rafe recto sin engrosamientos, extremos proximales cercanos, ligeramente curvos, extremos terminales rectos; área axial estrecha, lineal y área central ligeramente transversal; estrías lineoladas, rectas de densidad regular, distinguibles, completas, sin estrías longitudinales; estrías terminales de grosor igual que el resto y ligeramente paralelas; estrías centrales radiales, estrías limitrofes del área central con una central corta rodeada de largas e igualmente espaciadas que el resto.

Dimensiones: Long.: 21-36 μm ; a.: 3-9 μm ; estrías: 15-16 en 10 μm .

(3): long.: 14-40 μm ., a.: 5-7 μm .

Muestra: 2, 4, 5, 6 y 20

Datos ecológicos: Ríos, estanques, agua dulce circumneutra, oligotrófica. (7): a veces en lugares húmedos, alcalófila, mesosapróbica, oligo a eutrófica.

Forma de vida: peri y epifiton.

Distribución mundial: Cuba, EEUU, Europa central.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán).

Navicula cuspidata Kützing (Lam. 9, fig. 6)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. lam. 43, fig. 2

Valva lanceolada con márgenes convexos, polos diferenciados del resto de la valva, ápices capitados o rostrados; rafe recto sin engrosamientos, extremos proximales muy cercanos, curvos en la misma dirección, extremos distales rectos; nódulo central pequeño o a veces elongado; área axial estrecha lineal y área central lisa, pequeña, elíptica o indistinguible; estrías longitudinales y transversales perpendiculares; estrías lineales,

todas rectas, puntos ordenados longitudinalmente todos los puntos del mismo tamaño, estriás de densidad relativa regular, distinguibles; estriás terminales y centrales paralelas.

Dimensiones: Long.: 75-87 μm ; a.: 17-20 μm ; estriás transversales: 20-28 en 10 μm .

(3): long.: 30-120 μm ., a.: 13-25 μm .

Muestra: 3 a 6 y 20

Datos ecológicos: Ríos y sedimentos de ríos; (1): oligohalobiótica a indiferente, pH 6.5-8.2, óptmo 7.4, alcalófila, meso- a eutrófica, indiferente a la corriente; (5): amplio rango de condiciones ambientales en agua dulce; (7): dulceacuicola, alcalófila, mesosapróbica, eutrófica, requerimiento moderado de oxígeno;

Forma de vida: (1): aerófila

Distribución mundial: (4): Cosmopolita

Distribución en México: Hidalgo, Jalisco (Chapala), Michoacán, Morelos, Puebla (Tehuacán).

Navicula decussis Oestrop (Lam. 9, fig. 7)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 141, lam. 47, fig. 14

Valva lanceolada con márgenes convexos, polos diferenciados del resto de la valva, ápices capitados, sin diafragma polar; rafe recto sin engrosamientos, extremos proximales cercanos, rectos y extremos terminales rectos; área axial estrecha, lineal y área central lisa ligeramente transversal-rectangular con un estigma pequeño, redondo; estriás punteadas, sinuosas, de densidad relativa regular, distinguibles, completas, sin estriás longitudinales; estriás terminales de grosor igual que el resto y ligeramente convergentes o paralelas; estriás centrales radiales y estriás limítrofes del área central alternando cortas y largas y más espaciadas que el resto.

Dimensiones: Long.: 24-25 μm ; a.: 6.8-7.6 μm ; estriás: 16 en 10 μm .

(3): long.: 15-27 μm ., a.: 6-9 μm .

Muestra: 2 y 4.

Datos ecológicos: Manantiales; indiferente a la sal; alcalófila; oligosapróbica; reófila; (1): oligohalobionte indiferente, alcalófila, limnófila; (5): dulceacuicola, circumneutral; (7): a veces se le encuentra en lugares húmedos y lodosos, meso a polisapróbica, meso-eutrófica,

Forma de vida: perifítica; (1): bentónica; (3): solo litoral

Distribución mundial: (1,3,7): Europa (5): EEUU.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán).

Navicula erifuga Kützing (Lam. 10, fig. 1)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 116, lam. 38, figs. 5-9

Valva lanceolada con márgenes rectos y paralelos, polos no diferenciados del resto de la valva, ápices redondeados; rafe recto, extremos proximales cercanos, ligeramente curvos, extremos terminales rectos; nódulo central presente; área axial estrecha, lineal y área central lisa y redonda a elíptica; estriás lineales, completas, rectas, de densidad relativa regular, distinguibles, sin estriás longitudinales; estriás terminales de grosor igual que el resto y ligeramente paralelas; estriás centrales radiales y estriás limítrofes del área central

regularmente acortadas. Se observó un ejemplar.

Dimensiones: Long.: 27.2 μm ; a.: 6.3 μm ; estrías: 15 en 10 μm .

(3): long.: 25-35 μm ., a.: 5-7 μm .

Muestra: 1

Datos ecológicos: (3): en agua dulce y salada; (7): acuícola, pocas veces en zonas húmedas; salobre a dulceacuícola, alcalófila, eutrófica.

Distribución mundial: (3, 7): Europa

Distribución en México: no hay registro

Navicula halophila (Grunow) Cleve (Lam. 10, fig. 1)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 126, lam. 44, figs. 9-11

Valva elíptico-lanceolada, márgenes convexos, polos diferenciados del cuerpo principal, ápices rostrados; rafe recto con extremos proximales muy cercanos y rectos, extremos terminales rectos; nódulo central pequeño; área axial estrecha lineal y central lisa y pequeña; estrías todas rectas y paralelas, aparentemente continuas, regulares, distinguibles, completas en toda la superficie, lineales, todas del mismo tamaño y grosor; estrías transversales de densidad relativa numerosa.

Dimensiones: Long.: 10-20 μm ; a.: 5-7 μm ; estrías: 20-25 en 10 μm .

(3): long.: 7-140 μm ., a.: 4.5-8 μm .

Muestra: 4, 5, 6, 17 y 20

Datos ecológicos: Arroyos, sedimentos fósiles de lago; euri-a mesohalobias; en aguas saladas y salobres y con alto contenido de mineral y de iones; alcalófila de 6.7-7.8; eutérmicas; limnófila

Forma de vida: litoral, bentónica

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: Puebla (Tehuacán)

Navicula cfr. impexa Hustedt (Lam. 10, fig. 3)

Valva elíptico-lanceolada, márgenes convexos, polos diferenciados del cuerpo principal, ápices capitados; rafe filiforme, extremos proximales y extremos terminales poco evidentes; canal del rafe profundo; nódulos polares presentes, nódulo central grande; área axial muy estrecha, lineal y área central lisa y muy pequeña; estrías no distinguibles con microscopio de luz (ML).

Dimensiones: Long.: 13.7 μm ; a.: 4 μm ; estrías: más de 25 en 10 μm .

(3): long.: 14-16 μm ., a.: 4 μm .

Muestra: 20

Distribución mundial: (3): Europa central (Suiza).

Distribución en México: No hay registro

Especie a confrontar dada su distribución mundial y la ausencia de registro previo para México.

Navicula minuscula Grunow in van Heurck (Lam. 10, fig. 4)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 207, lam. 69, figs. 25-27

Valva elíptico-lanceolada, márgenes convexos, polos no diferenciados del cuerpo principal, ápices redondeados; rafe

recto con extremos proximales muy cercanos y rectos, extremos terminales rectos; con nódulos polares; área axial estrecha lineal o imperceptible; área central muy pequeña, no diferenciable con el área axial; estriás finamente punteadas, numerosas, más o menos radiales en toda la valva, no distinguibles con ML.

Dimensiones: Long.: 8-9.5 μm ; a.: 3-4 μm ; estriás: más de 25 en 10 μm .

(3): long.: 8-16 μm ., a.: 3.2-5.5 μm .

Muestra: 4, 5, 20 y 23

Datos ecológicos: Ampliamente distribuidas en agua dulce; arroyos, cascadas, cenote-aguas termales, agua corriente, estancadas, de irrigación y fuentes, sedimentos fósiles de lago, paredones; aguas circumneutras con baja a media conductividad.

Forma de vida: Epipelon, epilíton. perifítica, epilítica, subaérea.

Distribución mundial: EEUU (Arizona), Europa central, Polonia.

Distribución en México: México central, Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

Navicula mutica Kützing non (Hilse) Grunow (Lam. 10, figs. 5-7)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 149, lam. 61, figs. 1-7

Valva lanceolada, elíptico-lanceolada, márgenes convexos, polos diferenciados o no del cuerpo principal, ápices redondeados, subcapitados, subrostrados o rostrados; rafe recto, con extremos proximales lejanos y curvos en la misma dirección (opuesta al estigma), extremos terminales rectos; nódulo central presente; área axial estrecha lineal; área central lisa y rectangular, stauroide, con un estigma redondo en uno de los lados; estriás rectas, regulares, distinguibles, completas, conspicuamente punteadas, todos los puntos del mismo tamaño o algunas con puntos de diferente tamaño; estriás radiadas en ápices y en la zona central, las estriás limítrofes del área central más o menos cortas o indistinguibles, más espaciadas que el resto.

Dimensiones: Long.: 14-39 μm ; a.: 3-12 μm ; estriás: 13-20 en 10 μm .

(3): long.: 6-30(40) μm ., a.: 4-9(12) μm

Muestra: 2 a 6

Datos ecológicos: Oligohalobia a indiferente; indiferente al pH a alcalófila, ph 6.5-8.5, óptimo 7.5-8.5; indiferente a la corriente; aerófila.

Forma de vida: Edáfica; perifítica a ticoplanctónica.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: Ampliamente distribuida en zonas templadas; D.F. (Xochimilco), México central, Michoacán (Pátzcuaro), Morelos, Oaxaca, Puebla (Tehuacán), Tlaxcala.

Navicula cfr. *nivalis* Ehrenberg (Lam. 10, fig. 8)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 153, lam. 61, figs. 17

Valva lanceolada, márgenes triondulados, polos diferenciados del cuerpo principal, ápices capitado-rostrados; rafe recto con extremos proximales lejanos y curvos en la misma dirección y opuestos al estigma, extremos terminales rectos; nódulo central

pequeño; área axial estrecha lineal y central lisa, stauroide, con un estigma en un lado; estriás rectas, regulares, distinguibles, completas, punteadas, engrosadas cerca del área axial, radiales en centro y en ápices; estriás limitrofes del área central muy reducidas, marginales e igualmente espaciadas que el resto.

Dimensiones: Long.: 21-36 μm ; a.: 4-8 μm ; estriás: 22 en 10 μm .

(3): long.: 12-42 μm , a.: 5.5-13 μm .

Muestra: 4 y 5

Datos ecológicos: (1): aerófila, poco común; (7): común en zonas húmedas, lodosas por humedad de temporal, salobre a dulceacuícola, circumneutral, mesosapróbica, eutrófica.

Forma de vida:

Distribución mundial: Alemania; (3, 7): Europa.

Distribución en México: No hay registro.

Especie a confrontar dada su distribución mundial y la ausencia de registro previo para México.

Navicula phyllepta Kützing (Lam. 10, fig. 9)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 104, lam. 32, figs. 5-11

Valva lanceolada o elíptico-lanceolada, márgenes convexos, polos diferenciados o no del cuerpo principal, ápices redondeados, capitados o subcapitados; rafe recto con extremos proximales cercanos y rectos, extremos terminales ligeramente curvos; área axial estrecha y lineal, área central lisa y ovoide; estriás curvas, regulares, distinguibles, completas en toda la superficie, punteadas, en los ápice las estriás son paralelas a convergentes y en la zona central radiales; estriás limitrofes del área central alternadas cortas y largas y con dos estriás opuestas más cortas.

Dimensiones: Long.: 16-28 μm ; a.: 5-6 μm ; estriás: 14-20 en 10 μm .

(3): long.: 12-45 μm , a.: 4-8 μm .

Muestra: 2 a 5, 17, 23, 25

Datos ecológicos: Cosmopolita de aguas salobres y dulces, arroyos, gradiente de salinidad en marismas. Poihalobiónte

Forma de vida: Peri y epifiton; bentónica

Distribución mundial: EEUU (Louisiana-Golfo de México)

Europa central

Distribución en México: Puebla (Tehuacán).

Navicula pupula Kützing (Lam. 10, figs. 10-12)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 190, lam. 68, figs. 1-6

Valva lanceolada a elíptico-lanceolada, márgenes rectos a convexos, polos diferenciados en menor o mayor grado del cuerpo principal, ápices capitados, subcapitado a rostrados o anchamente redondeados; engrosamientos polares silicosos muy evidentes; rafe recto en engrosamiento silicoso, con extremos proximales cercanos rectos o ligeramente curvos en la misma dirección, extremos terminales rectos; nódulos terminales expandidos lateralmente; nódulo central evidente y silicoso; área axial estrecha lineal, área central lisa y transversal, irregular o rectangular; estriás rectas, más o menos regulares, distinguibles, punteadas, radiales en toda la valva; estriás limitrofes del área central

regularmente acortadas y más o igual de espaciadas que el resto.
Dimensiones: Long.: 18-28 μm ; a.: 5-8 μm ; estriás: 18-21 en 10 μm .

(3): long.: 18-28 μm ., a.: 4.2-21 μm .

Muestra: 1, 2, 4, 5, 6, 20, 23, 24 y 25

Datos ecológicos: Ampliamente distribuida y frecuente. Suelo húmedo, aguas dulces y salobres, ríos, corrientes someras, cascadas, estanques, charcos, manantiales, cenote-aguas termales, lagunas, lagos, puestas de rana; agua dulce circumneutra con poco contenido mineral; halófila a indiferente; indiferente al pH; termófila; mesosaprobica; eutrófica; conductividad media; poco sensible a una concentración moderada de sal; indiferente a la corriente.

Forma de vida: Edáficas, subaérea, bentónica, epífitas sobre macrofitas; epipelon, epilíton, perifítica.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: Ampliamente distribuida en zonas templadas; México central (Volcan Iztaccihuatl), Michoacán (Pátzcuaro), Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

Navicula radiosa Kützing (Lam. 10, fig. 13)

Valva lanceolada, márgenes convexos, polos no diferenciados del cuerpo principal, ápices redondeados; rafe con extremos proximales muy cercanos y curvos, extremos terminales curvos en la misma dirección; nódulo central pequeño más silificado; área axial unida al área central, lanceolada, área central lisa y orbicular; estriás rectas, regulares, distinguibles, completas en toda la superficie, lineadas, en los ápice las estriás son convergentes y en la centrales radiales; dos estriás opuestas centrales más cortas y rectas, las demás estriás limitrofes del área central acortadas, ligeramente curvas e igualmente espaciadas que el resto.

Dimensiones: Long.: 27-28 μm ; a.: 6-7 μm ; estriás: 16 en 10 μm .

(3): long.: 40-120 μm ., a.: 7.5-15 μm .

Muestra: 1

Datos ecológicos: Riveras de arroyos, cienegas frías, charcas someras o no, manantiales, cenote-aguas termales, lagos, sedimentos fósiles, paredones, puestas de rana; oligohalobia a indiferente; pH de 4.3 a 9.0, óptimo 6.5-7, ambientes comunes en todos los tipos de aguas circumneutras o prefiere aguas alcalinas; euritérica y oligotémica; meso- a oligosaprobica; indiferente a la corriente; sensible a la contaminación.

Forma de vida: Bentónica, planctónica, perifítica a epilítica, epipelon, subaérea.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: Ampliamente distribuida en zonas templadas; México central; Estado de México (Texcoco), Michoacán (Pátzcuaro), Oaxaca, Puebla (Tehuacán), SLP (Huasteca), Tlaxcala

Navicula recens (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot (Lam. 11, fig. 1)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 95, lam. 27, figs. 7-11

Valva elíptico-lanceolada a lineal-lanceolada con polos no diferenciados del cuerpo principal y ápices redondeados; rafe filiforme con extremos proximales lejanos y extremos terminales

rectos; área axial estrecha, lineal; área central lisa y variable (redonda, rectangular o elíptica); estriás rectas, regulares, distinguibles, completas, lineoladas, paralelas a convergentes en los ápices y radiales en la zona central; dos a tres estriás centrales opuestas más cortas que las adyacentes.

Dimensiones: Long.: 23-30 μm ; a.: 6-7 μm ; estriás: 13-15 en 10 μm .

(3): long.: 16-40 μm , a.: 6.5-9 μm .

Muestras: 1 a 6, 23 y 24

Datos ecológicos: Aguas salobres; ríos, arroyos, manatales; aguas con conductividad alta a media.

Forma de vida: Perifítica, epifítica

Distribución mundial: EEUU, Europa central, Jamaica

Distribución en México: Puebla (Tehuacán).

Navicula salinarum Grunow (Lam. 11, fig. 2)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 110, lam. 35, fig. 8

Valva lanceolada, márgenes convexos, polos poco diferenciados del cuerpo principal, ápice redondos; rafe recto con extremos proximales cercanos y curvos y los extremos terminales rectos; nódulo central pequeño; área axial estrecha lineal, área central lisa y redondeada; estriás onduladas, regulares, distinguibles, completas en toda la superficie, lineadas, en los ápice las estriás son convergentes y radiales en el centro, las estriás centrales están más separadas y se alternan cortas y largas, específicamente, las dos opuestas más cortas que las adyacentes. Se observó un sólo ejemplar.

Dimensiones: Long.: 38 μm ; a.: 10 μm ; estriás: 17 en 10 μm .

(3): long.: 20-40 μm , a.: 8-12 μm .

Muestra: 6

Datos ecológicos: Suelos húmedo, suelos en marismas, ríos, aguas corrientes; gradiente de salinidad en marismas.

Forma de vida: Epilítica, edáfica

Distribución mundial: EEUU (Louisiana-Golfo de México, Mississippi, Pennsylvania), Europa central, Polonia, Irán.

Distribución en México: Edo. de México (Texcoco), Puebla (Tehuacán).

Navicula striolata (Grunow) Lange-Bertalot (Lam. 11, fig. 3)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 120, lam. 40, figs. 7-11

Valva lineal-lanceolada, márgenes más convexos en el centro, polos no diferenciados del cuerpo principal, ápice atenuados, redondeados; rafe recto con extremos proximales y terminales curvos; área axial lanceolada y la central lisa; estriás rectas, regulares, distinguibles, completas en toda la superficie, lineoladas, ligeramente convergentes en los ápices y radiales en el centro; estriás limítrofes del área central con dos estriás opuestas y centrales más largas que las adyacentes; Se observó un solo ejemplar.

Dimensiones: Long.: 60 μm ; a.: 10 μm ; estriás: 11 en 10 μm .

(3): long.: 50-70 μm , a.: 10-14 μm .

Muestra: 4

Datos ecológicos: (7): a veces en zonas húmedas, dulceacuícola, moderadamente salobre, alcalinobiótica (sólo a pH mayores de 7,

Distribución mundial: (3,7): Europa
Distribución en México: No hay registro.

Navicula trivialis Lange-Bertalot (Lam. 11, fig. 4)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 110, lam. 35, fig. 2

Valva lanceolada, márgenes convexos, polos diferenciados del cuerpo principal, ápice atenuados, redondeados y rostrados; rafe filiforme, ligeramente lateral, con extremos proximales más o menos cercanos y rectos, extremos terminales rectos; nódulo central pequeño; área axial estrecha, área central lisa, grande y circular; estrías más curvas en el centro, regulares, distinguibles, completas en toda la superficie, lineoladas, todas del mismo grosor, convergentes en los ápices y radiales en el centro; estrías limítrofes del área central regularmente acortadas e igualmente espaciadas que el resto.

Dimensiones: Long.: 37-40 μm ; a.: 8.5-9.5 μm ; estrías: 13 en 10 μm .

(3): long.: 25-65 μm ., a.: 8-12.5 μm .

Muestra: 4 y 5

Datos ecológicos: Eurihalobias. (7): a veces en zonas lodosas o húmedas, alcalófilas, mesosapróbicas, eutróficas.

Forma de vida: Litoral, aerófila.

Distribución mundial: (3,7): Europa

Distribución en México: México central, Puebla (Tehuacán)

Navicula veneta Kützing (Lam. 11, fig. 5)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 104, lam. 32, figs. 1-4

Valva lineal-lanceolada con márgenes paralelos, polos ligeramente diferenciados del cuerpo principal y ápice redondos, subrostrados; rafe recto con extremos proximales más o menos cercanos y rectos, extremos terminales rectos; área axial estrecha y lineal; área central lisa y orbicular; estrías rectas, regulares, distinguibles, completas, lineadas, ligeramente convergentes en los ápices y radiales en la zona central; dos estrías centrales opuestas más cortas, rectas e igualmente espaciadas que el resto.

Dimensiones: Long.: 19-24 μm ; a.: 4-6 μm ; estrías: 14-16 en 10 μm .

(3): long.: 13-30 μm ., a.: 5-6 μm .

Muestra: 1, 4, 5, 20, 24 y 25

Datos ecológicos: Ríos, corrientes, cascadas, manantiales; aguas con conductividad baja, media, alta y hasta salobre; aguas neutras a ligeramente ácidas; polisapróbica; resistentes a la contaminación.

Forma de vida: Bentos, subaérea, perifítica.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución México: Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg (Lam. 11, fig. 6)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 114, lam. 37, fig. 9

Valva lanceolada, márgenes convexos, polos diferenciados del cuerpo principal, ápices rostrados, redondeados; rafe recto con extremos proximales cercanos y curvos; nódulo central muy evidente; área axial muy estrecha y más silificada; área central lisa y regular a circular; estrías curvas, regulares,

distinguibles, completas en toda la superficie, lineadas, convergentes o paralelas en ápices y en la zona central radiales; estrias limítrofes del área central regularmente cortas.

Dimensiones: Long.: 28-42 μm ; a.: 8.5-9.5 μm ; estrias: 12-14 en 10 μm .

(3): long.: 34-100 μm ., a.: 7-15 μm .

Muestra: 4, 5, 6 y 20

Datos ecológicos: Charcos, puestas de rana; oligohalobias; alcalófila a indiferente al pH; eutérmicas.

Forma de vida: Litoral, bentónica.

Distribución mundial: Polonia

Distribución en México: México central, Puebla (Tehuacán)

NEIDIUM Pfitzer

Valvas lineales, lanceoladas o elípticas, con márgenes convexos, paralelos u ondulados. Área axial básicamente lineal, aunque angosta cerca del área central y de los extremos. Área central transversal o ligeramente oblicua, elíptica, oval o rectangular. Rafe recto o desplazado diagonalmente, con los extremos proximales curvados en sentido opuesto en la mayoría de las especies; extremos distales bifurcados. Estrias generalmente diagonales, paralelas en el centro y paralelas, radiales o convergentes en los extremos; con poros redondos u oblongos, interrumpidos por una o más líneas hialinas longitudinales. El espacio entre dos líneas se denomina "banda", y de acuerdo con su posición puede ser axial (si uno de sus márgenes es el área axial), primaria (si es marginal o submarginal) o secundarias (si está entre la primaria y el margen y es muy angosta).

Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer (Lam. 11, fig. 7)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 279, lam. 106, figs. 1-7

Valva lineal, márgenes paralelos con una constricción central; ápices redondos más o menos capitados; rafe recto, ligeramente lateral, con extremos proximales cercanos, curvos en la misma dirección y extremos terminales bifurcados; nódulo central presente; área axial estrecha y más ancha en la parte central; área central elíptica; un canal marginal a submarginal ancho; estrias rectas, paralelas a ligeramente radiadas en el centro y ligeramente convergentes en los ápices; punteadas; estrias de la zona central regularmente más cortas.

Dimensiones: Long.: 84 μm ; a.: 20 μm ; estrias: 17 en 10 μm .

(3): long.: 40-100 μm ., a.: 14-24 μm .

Muestra: 1

Datos ecológicos: (3): en vertientes de agua, oligo a mesotrófica, epipélica; (7): en agua dulce, ligeramente salobre, a veces en lugares húmedos o lodos, circumneutral, oligo-mesotrófica.

Forma de vida: (3): litoral

Distribución mundial: (3,7): Europa

Distribución en México: No hay registro.

PINNULARIA Ehrenberg

Células solitarias o raramente en colonias en cinta; Frústulos de formas y ápices variables; sin bandas intercalares ni septos. Rafe filiforme o presenta algunas veces una estructura

compleja, que da un aspecto un poco sinuoso. El borde de las valvas está recorrido por dos líneas paralelas, que son los márgenes de la abertura interna de las cámaras laterales, ocupando el ángulo de la valva. La superficie de la valva muestra un área axial frecuentemente extendida y un área media que se ensancha algunas veces en stauros. Las estrías, con aspecto de costillas, son alvéolos con el foramen interno.

***Pinnularia borealis* Ehrenberg (Lam. 11, fig. 8)**

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 405, lam. 177, figs. 1-8

Célula lineal, ápices anchamente redondeados, márgenes rectos; área axial recta y casi de 1/4 del ancho valvar; área central determinada por un acortamiento de las dos estrías opuestas centrales, no diferenciada con el área axial y con nódulo; rafe sencillo filiforme con terminaciones distales en forma de signo de interrogación, y terminaciones proximales curvadas en la misma dirección; estrías distantes, cortas, anchas y no interrumpidas en el centro, una central paralela y las demás centrales son radiales, estrías apicales convergentes.

Dimensiones: Long.: 30-34 μm ; a.: 6-7 μm ; estrías: 6 en 10 μm
(3): long.: 24-110 μm ., a.: 5-18 μm .

Muestra: 4 y 5

Datos ecológicos: Suelos de zonas áridas, suelos de praderas, sobre raíces de cactus, dunas de arena, charcos, estanques, ríos, lagos, sedimentos fósiles de lago; oligohalófila a indiferente; indiferente al pH, de 4 a 8, óptimo menos de 6; esteno-oligotérmica; oligosapróbica; eutrófica; subaéreas; aguas con bajo contenido mineral

Forma de vida: Edáfica, litoral, planctónica, epífita, perifítica, epipelón.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: México central; Edo. de México (Itztlacihuatl, Texcoco), Hidalgo, Michoacán.

***Pinnularia gibba* (Ehrenberg) Ehrenberg (Lam. 12, fig. 1)**

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 423, lam. 189, fig. 1

Célula lineal-lanceolada, ápices anchamente redondeados subcapitados, márgenes ondulados; área axial lanceolada y de 1/4 del ancho valvar; área central stauroide, unida al área axial y sin engrosamientos; rafe sencillo filiforme con terminaciones distales en forma de coma y terminaciones proximales curvadas en la misma dirección; estrías cercanas y angostas, las centrales son radiales y las apicales convergentes.

Dimensiones: Long.: 70-102 μm ; a.: 12-16.5 μm ; estrías: 9-12 en 10 μm .

(3): long.: 50-140 μm ., a.: 7-13 μm .

Muestras: 4, 5, 6, 20 y 24.

Datos ecológicos: sedimentos de manantial, entre musgos, corrientes, manantiales, aguas termales, laguna, lagos; oligohalobia o indiferente a la sal; pH de 4.3 a 8.2, óptimo cerca de 6; xeno-, meso- a oligosapróbica; eu- a oligotrófica; meso-oxibióntica y puede vivir en aguas pobres en oxígeno; indiferente a la corriente.

Forma de vida: ticoplanctónica, epífita, perifítica.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: Hidalgo, Michoacán

STAURONEIS Ehrenberg

Células solitarias o en colonias en cinta; éstas tienen algunas veces una pequeña unión o tabique, reducida en los extremos polares del frústulo. Valvas lanceoladas, lineales o elípticas, simétricas respecto a los ejes apical, transapical y perivalvar. Bandas intercalares y pseudoseptos a veces presentes. Nódulo central expandido transversalmente al eje del rafe, alcanzando ambos bordes de la valva (stauros). En vista valvar, el stauros está desprovisto de ornamentación y da la apariencia de una zona espesa. Superficie valvar con finas estrías punteadas, algunas veces con puntos irregularmente ordenados (no alineados longitudinalmente), paralelas o radiales en toda la valva o convergentes en los extremos; en algunas especies, las estrías son difíciles de individualizar. Rafe simple, recto. Un plasto por valva con 2 ó 4 pirenoides.

Stauroneis anceps Ehrenberg (Lam. 12, fig. 2)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1986. pag. 240, lam. 87, fig. 6

Valva elíptico-lanceolada, márgenes convexos, ápices capitados y sin pseudosepto; área axial cuneiforme, ensanchada en el centro; stauros ensanchado hacia los márgenes; rafe recto con los extremos proximales curvados o rectos y extremos distales curvados en el mismo sentido; estrías radiales, regularmente areoladas, con areolas alineados longitudinalmente; estrías radiadas en toda la valva.

Dimensiones: Long.: 40-43 μm ; a.: 10.7-12 μm ; estrías: 21-25 en 10 μm .

(3): long.: 20-130 μm ., a.: 6-18 μm .

Muestras: 4, 5 y 20

Datos ecológicos: Pantanos fríos, charcos, estanques, manantiales, presas, lagos, sedimentos fósiles de lago, aguas litorales; riberas de cursos de agua alcalina dulce no contaminada; oligohalobia a indiferente; pH de 5.0 a 9.0, óptimo cerca de 7; eutérmica; mesosapróbica; mesooxiabiónica; indiferente a la corriente oligo- a eutrófica;

Forma de vida: Bentónica, plantónica, litoral; perifítica

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: Edo. de México (Texcoco), México central, Morelos, Puebla (Tehuacán)

FAMILIA EPITHEMIACEAE

Células lanceolada o con forma de cuerno; frústulas generalmente asimétricas respecto al eje apical. Valvas con el rafe desarrollado incluido en un canal cilíndrico, central, parcial o totalmente desplazado hacia el margen dorsal. Costillas transapicales, algunas veces atraviesan el canal del rafe. Areolas ocluidas.

DENTICULA Kützing

Vista valvar lanceolada con canal de rafe mediano y poros. Rafe a menudo lateral, recurvado. Valva con estrías y costillas perpendiculares al rafe. Entre los espacios de las costillas se

encuentran estriás muy finas a menudo areoladas; vista conectiva rectangular con un sistema de cinturas secundarias más o menos numerosos y dos tabiques paralelos a las valvas, estos tabiques perforan paralelamente a la valva.

Denticula elegans Kützing (Lam. 12, fig. 3)

Valva elíptico-lineal, ápices redondeados; rafe marginal; costillas todas iguales, estriás punteadas, 3-4 hileras de estriás entre costillas; costillas más o menos capitadas y más o menos del mismo tamaño; areolación de las estriás muy evidente.

Dimensiones: Long.: 16-20 μm ; a.: 4.8-5.5 μm ; estriás: 12-15 en 10 μm ; costillas: 4-6 en 10 μm ; fíbulas: 6 en 10 μm .

(3): long.: 15-45 μm ., a.: 4-8 μm .

Muestras: 2, 5 y 24

Datos ecológicos: Sedimento de laguna, pantanos de corrientes litorales en lago, charcos, manantial, arroyo, puestas de rana, sedimentos fósiles de lagos, paredón; cursos de agua alcalina dulce, agua corriente salobre; oligohalobia; alcalófila, pH óptimo cerca de 8.0;

Forma de vida: Bentónica, epífita, epifítica.

Distribución mundial: España, Francia, Polonia, Reino Unido

Distribución en México: Edo. de México (Texcoco), Jalisco, México central, Michoacán, Oaxaca, Puebla (Tehuacán), Tlaxcala.

Denticula kuetzingii Grunow (Lam. 12, fig. 4)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 143, lam. 99, figs.11-23

Valva lineal-lanceolada, ápices redondeados; rafe marginal; costillas agudas, largas, pero no cruzan toda la valva, todas del mismo tamaño, estriás punteadas, 2 hileras de estriás entre costillas; fíbulas alternándose.

Dimensiones: Long.: 14-21 μm ; a.: 4-5 μm ; estriás: 10-18 en 10 μm ; fíbulas: 6-10 en 10 μm .; costillas: 10 en 10 μm .

(3): long.: 10-120 μm ., a.: 3-8 μm .

Muestras: todas excepto la 23

Datos ecológicos: Cosmopolita en distribución, especialmente en zonas cálidas; arroyos, cascadas, manantiales, paredón; en aguas corrientes neutras con conductividad media

Forma de vida: Perifítica, epilítica, subaérea.

Distribución mundial: Europa central, EEUU, Siberia.

Distribución México: Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

EPITHEMIA Brébisson

Células solitarias, epífitas fijas por la superficie cóncava. Valvas con margen dorsal convexo y el ventral recto o más o menos cóncavo; formas variadas. Apices diferenciados o no del cuerpo principal. Rafe en posición dorsal, ventral o visible solo en parte central, arqueado en forma de "V" con el nódulo central en el ápice, en posición intermedia, cerca del margen dorsal o del ventral y dirigido hacia el margen dorsal. El rafe presenta poros internos, característicamente. Costillas sobre la superficie valvar, transversales y perpendiculares al margen dorsal convexo. Alveolos paralelos o radiales. Ocelos y septo dorsales o ventrales. Un solo plasto.

***Epithemia sorex* Kützing (Lam. 12, fig. 5)**

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 154, lam. 106, fig. 14

Célula arqueada con margen ventral ligeramente cóncavo y margen dorsal fuertemente convexo, polos redondeados, ápices distinguibles y rostrado-capitados; rafe curvo; costillas no capitadas; nódulo central cerca del margen dorsal; costillas y alveolos radiales; costillas gruesas separadas por dos hileras de aréolas. Se observo sólo un ejemplar completo.

Dimensiones: Long.: 20 μm ; a.: 8 μm ; estrías: 17 en 10 μm ; costillas: 9 en 10 μm ; aréolas: 14 en 10 μm .

(3): long.: 8-70 μm ., a.: 6.5-16 μm .

Muestras: 4 y 5

Datos ecológicos: Tular, aguas estancadas, ríos, arroyos, cascadas, presas, cenote-aguas termales, lagos, sedimentos fósiles de lago; oligohalóbia a halófila; eutérmica, saproxena a mesosapróbica; limnobiótica a riófila;

Forma de vida: Litoral, bentónica, epifitas de plantas sumergidas, perifítica, epifíticas, epilíton, aerófila o subaérea.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: México central; Edo. de México (Texcoco), Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

RHOPALODIA Müller

Frustulos en vista conectiva elíptica, lineal, lanceolada elíptica o constreñida o dilatada en la parte central. Vista valvar muy estrecha y vista conectiva fuertemente ancha; la sección transversal sigue el plano transapical dando forma de un trapecio, donde las bases están formadas en gran parte por las cinturas. En vista valvar, la célula es más o menos curvada con un margen convexo y el otro cóncavo o lineal con ápices curvos. El margen convexo es frecuentemente escotado en su centro y está recorrido por el canal del rafe. Este último se localiza dentro de una cresta saliente y no presenta poros, que son la regla dentro de la familia. Estrías perpendiculares al borde convexo, entre estas estrías espaciadas se observa, como en *Epithemia*, las estrías más finas con una redecilla cuadrículada de aréolas muy delicadas. Costillas radiales o paralelas.

***Rhopalodia brebissonii* Krammer (Lam. 12, fig. 6)**

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 164, lam. 113, figs.7-12

Valva elíptica con ápices en vista valvar agudos, curvos; margen dorsal convexo y margen ventral recto; 2 a 3 hileras de alvéolos en las estrías; costillas paralelas a ligeramente radiadas; 4-5 estrías entre costillas.

Dimensiones: Long.: 19-24 μm ; a.: 9.5-10.8 μm ; estrías: 13-17 en 10 μm ; 4 costillas en 10 μm .

(3): long.: 15-40 μm ., a.: 12-20 μm .

Muestras: 4 y 5

Datos ecológicos: Arroyos; aguas saladas y altamente electrolíticas; halófila; alcalófila.

Forma de vida: Perifítica.

Distribución mundial: EEUU y Europa.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán).

FAMILIA NITZSCHIACEAE

Frústulos generalmente asimétricas respecto al eje apical. Valvas con rafe desarrollado, incluido en un canal ubicado en una carina de posición variable: central, marginal o excéntrico.

HANTZSCHIA Grunow

Células solitarias, ligeramente recurvadas como media luna con polos más o menos capitados, en vista valvar. Valvas ornamentadas por finas estrías. Fíbulas restringidas a la carina o prolongadas en costillas que pueden o no atravesar la valva. La carina y el canal del rafe están situados en el margen cóncavo de la valva. Rafes superpuestos. El rafe presenta un pseudonódulo central.

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow (Lam. 12, fig. 7)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 128, lam. 88, fig. 5

Valva lanceolada, margen del rafe cóncavo, con o sin una constricción central, el otro margen es convexo o recto en su mayor parte; ápices más o menos capitados; fíbulas irregulares, cortas, confinadas a la carina; areolación fina, pseudonódulo central reducido.

Dimensiones: Long.: 23.5-47.5 μm ; a.: 4-9 μm ; estrías: 18-20 en 10 μm ; fíbulas: 7-10 en 10 μm .

(3): long.: 20-210(300) μm ., a.: 5-15(25) μm .

Muestras: 1 a 6

Datos ecológicos: Amplia tolerancia a condiciones ecológicas de extensos rangos. Extremadamente ubicua, por su gran adaptación. La especie de diatomea de suelo más ampliamente distribuida, donde es más fácil encontrarla; dunas de arena, sobre raíces de cactáceas, cieno, entre musgos, en corrientes de agua dulce o salobre, aguas contaminadas, sedimentos fósiles de lago, paredones; oligo a euhalobia o indiferente; soporta cambios osmóticos por la formación de valvas internas; pH de 5.4 a 9.2, óptimo 7.8-8; euritérmicas; mesosapróbicas; indiferente a la corriente.

Forma de vida: Edáficas, bentónicas, planctónica, litoral, epipelón, epilíton, perifítica, aerofítica, subaérea.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: México central; Coahuila, Edo. de México (Texcoco), Hidalgo, Michoacán (Pátzcuaro), Oaxaca, Puebla (Tehuacán).

NITZSCHIA Hassall

Células solitarias o coloniales. Forma valvar muy variable: lineal, elíptica, recta o sigmoide, constreñidas o hinchadas en la parte media, con polos redondeados o capitados, algunas veces muy alargados. Canal del rafe profundo dentro de la carina saliente, algunas veces central pero frecuentemente excéntrico o marginal. Fíbulas visibles, algunas veces alargadas; estrías transversales lisas o punteadas, a veces indistinguibles con microscopio óptico. Fíbulas prolongadas o no y raramente atraviesan toda la valva. En las frústulas, los rafes se localizan en los vértices diametralmente opuestos.

Nitzschia acicularis (Kützing) W. Smith non Kützing (Lam. 13, fig. 1). In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 123, lam. 85, figs. 1-3

Valvas lanceoladas, vista valvar recta, márgenes rectos, paralelos; polos alargados, distinguibles del resto de la valva; ápices agudos; eje apical recto; superficie valvar plana; carina breve y rafe marginal; sin pseudonódulo; fíbulas regularmente distantes entre sí, cuneiformes (como dientes agudos), todas cortas; estriás no visibles en ML.

Dimensiones: Long.: 42-55 μm ; a.: 4 μm ; fíbulas: 20-23 en 10 μm .

(3): long.: 30-150 μm ., a.: 2.2-5 μm .

Muestras: 4, 5, 6 y 24

Datos ecológicos: Suelo húmedo, charcos, río, cenote-aguas termales, puestas de rana; oligohalobia o indiferente; pH de 6.4 a 8.6, óptimo 8.3-8.5; eutérmica; mesosaprobia; mesooxibionte; limnófila; soporta contaminación.

Forma de vida: Edáfica, planctónica, epilítica.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: México central, Puebla (Tehuacán).

Nitzschia amphibia Grunow (Lam. 13, fig. 2)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 108, lam. 78, fig. 13-22

Valvas lanceoladas a linal-lanceolada, vista valvar recta, márgenes convexos en mayor o menor grado; polos redondeados, capitados; ápices agudos o redondeados; eje apical recto; carina breve y rafe excéntrico; pseudonódulo central poco evidente; fíbulas regularmente distantes entre sí, cuneiformes todas cortas y coincidentes con las estriás; estriás evidentemente punteadas, rectas, completas; areolas alineadas longitudinalmente de manera regular; alineadas transversalmente en tresbolillo.

Dimensiones: Long.: 13-28 μm ; a.: 4-5 μm ; estriás: 15-22 en 10 μm ; fíbulas: 8-12 en 10 μm .

(3): long.: 6-50 μm ., a.: 4-6 μm .

Muestras: 1, 4, 5, 6 y 20

Datos ecológicos: Suelo, sobre musgo, remansos, ríos, arroyos, canales de riego, cascadas, estanques, manantiales, cenotes, aguas termales, áreas someras y pantanos litorales de lagos, sedimentos fósiles de lagos, paredones; euro- a oligohalobiontes o indiferentes; pH de 4.0-9.3, óptimo 8.5; oligo- a muy euritérmicas; mesosapróbicas, mesooxibiónicas; baja conductividad; indiferente a la corriente; heterótrofa facultativa para el nitrógeno.

Forma de vida: Edáfica, litoral, bentónica, planctónica, perifítica, epipelon, epilíton, termófila, subaérea; epífitas.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: México central; Estado de México (Texcoco), Michoacán (Pátzcuaro), Morelos, Oaxaca, Puebla (Tehuacán), SLP (Huasteca), Yucatán

Nitzschia cfr. **archibaldii** Lange-Bertalot (Lam. 13, fig. 3)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 115, lam. 81, figs. 10-12

Valvas lanceoladas, vista valvar recta, márgenes rectos, paralelos; polos redondeados, capitados; ápices redondeados; eje apical recto; superficie valvar plana; carina breve y rafe

marginal; pseudonódulo central ausente; fíbulas regularmente distantes entre sí, punteadas, cortas; estrías no visibles en ML.
Dimensiones: Long.: 22-33 μm ; a.: 3-4 μm ; fíbulas: 13-15 en 10 μm .

(3): long.: 15-40 μm ., a.: 2-3 μm .

Muestras: 4, 5, 6, 20, 23 y 24

Datos ecológicos: (3): circumneutra, oligo a mesosaprobia, tolerante a metales pesados; (7): dulceaquícola, circumneutral, meso sapróbica, eutrófica.

Distribución mundial: (3,7): Europa.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán).

Nitzschia capitellata Hustedt (Lam. 13, fig. 4)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 88, lam. 62, figs. 4 y 9

Valvas lanceoladas, vista valvar recta, margen del rafe constreñido en la parte central y el otro ligeramente convexo a lineal; polos distinguibles del cuerpo principal, capitados; ápices redondeados; superficie valvar mas o menos plana; carina breve y rafe excéntrico; pseudonódulo central presente; fíbulas regularmente distantes entre sí excepto las dos centrales, punteadas, todas de igual tamaño; estrías no evidentes en ML.

Dimensiones: Long.: 50-86 μm ; a.: 5.3-8 μm ; fíbulas: 7-8 en 10 μm .

(3): long.: 20-70 μm ., a.: 3.5-6-5 μm .

Muestras: 4, 5, 6 y 20

Datos ecológicos: Ríos, sedimentos fósiles de lago, litoral marino; pH entre 7 y 9.2, óptimo 7.3-7.8; tolerante a zonas polisapróbicas; mesooxiabiótica; conductividad media; heterótrofa obligada para el nitrógeno.

Forma de vida: bentónica, perifítica a ticiplanctónica

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: Estado de México (Texcoco), Puebla (Tehuacán).

Nitzschia claussi Hantzsch (Lam. 13, fig. 5)

Valvas lineales, ligeramente sigmoides, vista valvar constreñida en el centro, margen del rafe con constricción central; polos redondeados, capitados; ápices redondeados; eje apical sigmoide; carina breve y rafe excéntrico; pseudonódulo central presente; fíbulas pequeñas, regularmente distantes entre sí a excepción de las dos centrales que estan más separadas; de igual tamaño, anchas y cortas; estrías finas, rectas, areoladas y poco evidentes en ML.

Dimensiones: Long.: 21-41 μm ; a.: 2-3 μm ; fíbulas: 10-12 en 10 μm ; estrías: más de 25 en 10 μm .

(3): long.: 20-55 μm ., a.: 3-5 μm .

Muestras: 4, 5, 20 y 23

Datos ecológicos: Suelos húmedos, ríos, arroyos salinos, charcos, manantiales, puestas de rana, sedimentos fósiles de lago; euri- meso- a oligohalobia o indiferente a la sal; pH de 6.8-8.2, óptimo cerca de 8.2; en aguas con alta concentración de oxígeno disuelto; indiferente a la corriente a reófila;

Forma de vida: Hdáfica, litoral, bentónica, perifítica, sobre algas filamentosas.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: México central; Edo. de México (Texcoco), Morelos, Puebla (Tehuacán).

Nitzschia constricta (Kützing) Ralfs in Pritchard non (Gregory) Grunow in Cleve et Grunow (Lam. 13, fig. 6). In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 43, lam. 35, figs. 1-6

Valva lanceolada, vista valvar con constricción en el centro, margen cóncavo; polos subrostrados y ápices más o menos agudos y ligeramente alargados; eje apical recto; superficie valvar ondulada; carina breve y rafe marginal; fíbulas regularmente distantes entre sí, no muy evidentes, ocupan todo el ancho de la valva; paralelas e interrumpidas por un área hialina axial y angosta.

Dimensiones: Long.: 31-47 μm ; a.: 7-8 μm ; estriás: de 18-20 en 10 μm ; fíbulas: 9-10 en 10 μm .

(3): long.: 20-58 μm ., a.: 4.5-8.5 μm .

Muestras: 4 y 5

Datos ecológicos: Manantiales, arroyos; mesosaprobias.

Forma de vida: Epifítica, perifítica.

Distribución mundial: Europa central, Islas Británicas

Distribución en México: Puebla (Tehuacán, Texcala)

Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow (Lam. 13, fig. 7)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 19, lam. 11, fig. 7

Valvas lanceoladas, vista valvar ligeramente constreñida en el centro, márgenes convexos con constricción central en el margen con rafe; polos subrostrados; ápices redondeados a agudos; eje apical recto; superficie valvar plana; carina breve y rafe excéntrico; pseudonódulo central presente; fíbulas irregularmente distantes entre sí, redondas a rectangulares, todas cortas; estriás no visibles en ML.

Dimensiones: Long.: 26-53 μm ; a.: 3-6 μm ; estriás: más de 25 en 10 μm ; fíbulas: 7-14 en 10 μm .

(3): long.: 12.5-85 μm ., a.: (3)3.5-7(8) μm .

Muestra: 4, 5, 6 y 20

Datos ecológicos: Ampliamente distribuida y frecuente; río, riberas de ríos de agua dulce o salobre, charcos, estanques, manantiales, lagos, puestas de rana, sedimentos fósiles de lagos; eu- a oligohalobia o indiferente; gradientes de salinidad en marismas; pH 5.5-9.0, óptimo cerca de 8.0; euritérmica y oligo a eutérmica; eutrófica; mesooxibióntica en aguas con alta concentración de oxígeno; reófila; soporta la contaminación.

Forma de vida: Litoral, bentónica, perifítica, epilítica; en el interior de tubos mucosos.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: México central; Puebla (Tehuacán).

Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow non. Kütz. (Lam. 13, fig. 8). In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 94, lam. 68, figs. 13-14

Válvas lanceoladas a lineal-lanceolada, vista valvar recta, márgenes rectos a ligeramente convexos, ápices cuneados, redondeados; eje apical recto; superficie valvar plana; carina breve y rafe marginal; pseudonódulo central; fíbulas regularmente distantes entre sí, cortas y chatas, todas de igual tamaño y

coincidentes con las estrías; estrías punteadas, rectas a curvas en ápices; areolas alineadas longitudinalmente de manera regular, superpuestas.

Dimensiones: Long.: 14-22 μm ; a.: 4-5 μm ; estrías: 15-19 en 10 μm ; fíbulas: 9-12 en 10 μm .

(3): long.: 5-60 μm ., a.: 2-4.5 μm .

Muestras: 2 a 5, 23 y 25

Datos ecológicos: Cosmopolita; suelo húmedo, ríos, pantanos, charcos, aguas estancadas, puestas de rana, lagos someros, sedimentos fósiles de lagos, diatomita; dulceacuícolas, en aguas salobres a saladas continentales o de baja salinidad y conductividad; pH 6.2 a 8.6; eutérmicas; eutróficas; mesooxiobiótica; limnobióticas, aparentemente heterótrofa para el nitrógeno.

Forma de vida: Edáfica, litoral, bentónica, planctónica, perifítica.

Distribución mundial: Cosmopolita.

Distribución en México: México central, Edo. de México (Texcoco), Puebla (Tehuacán).

***Nitzschia gracilis* Hantzsch (Lam. 13, fig. 9)**

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 93, lam. 66, fig. 7

Valvas estrechas lineales, con vista valvar recta, márgenes rectos; polos agudos alargados, ligeramente capitados; ápices redondeados; eje apical recto; superficie valvar plana; carina breve y rafe marginal; pseudonódulo central ausente; fíbulas regularmente distantes entre sí, chatas y cortas; todas del mismo tamaño, no interrumpidas en todo el recorrido del rafe (completas); estrías no visibles en ML.

Dimensiones: Long.: 75-85 μm ; a.: 3.7-4.2 μm ; fíbulas: 10-14 en 10 μm ; estrías: más de 20 en 10 μm .

(3): long.: 30-110 μm ., a.: 2.5-4 μm .

Muestras: 2, 6 y 22

Datos ecológicos: (1): halófila, indiferente al pH. (5): en aguas contaminadas; (7): Sólo agua dulce circumneutral; mesosapróbica; meso- a eutrífica.

Forma de vida: (1,5): Planctónica, bentónica.

Distribución mundial: (1,3,7): Europa. (6): India

Distribución en México: No hay registro.

***Nitzschia* cfr. *granulata* Grunow (Lam. 13, fig. 10)**

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 45, lam. 35, fig. 13

Valvas elípticas con vista valvar recta, márgenes convexos; ápices redondeados; eje apical recto; superficie valvar plana; rafe submarginal; pseudonódulo central ausente; fíbulas regularmente distantes entre sí, cuadradas, coincidentes con las estrías; estrías gruesamente punteadas, curvas; areolas alineadas longitudinalmente de manera regular; alineadas tangencialmente en tresbolillo.

Dimensiones: Long.: 52 μm ; a.: 15.8 μm ; estrías: 5-6 en 10 μm ; fíbulas: 5-6 en 10 μm ; areolas por estrías: 5 en 10 μm .

Krammer y Lange-Bertalot (1988) registran una longitud hasta de 44 μm .

Muestras: 5

Datos ecológicos: Matantiales, suelos de marismas; gradiente

de salinidad en marismas; meso- euhalobia; alcalófila; eutérmica.

Forma de vida: litoral, perifítica.

Distribución mundial: EEUU (Louisiana-Golfo de México, Mississippi).

Distribución en México: México central.

Nitzschia inconspicua Grunow (Lam. 13, fig. 11)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 95, lam. 69, figs. 1-13

Valvas lanceoladas con vista valvar recta, márgenes convexos a rectos; ápices redondeados; eje apical recto; superficie valvar plana; carina amplia y rafe marginal; pseudonódulo central presente; fíbulas regularmente distantes entre sí, gruesas, redondas a rectangulares, todas iguales y coincidentes con las estriás; estriás finamente punteadas, con areolas alineadas longitudinalmente de manera regular.

Dimensiones: Long.: 8.5-13 μm ; a.: 2-3 μm ; estriás: 20-23 en 10 μm ; fíbulas: 11-13 en 10 μm .

(3): long.: 3-22 μm ., a.: 2.5-3.5 μm .

Muestras: 6, 17, 23, 24 y 25

Datos ecológicos: Cosmopolita; arroyos, agua dulce con conductividad alta; aguas más o menos sucias; a veces salobres.

Forma de vida: Bentónica

Distribución mundial: Gran Bretaña, Europa central.

Distribución en México: México central, Edo. de México (Texcoco), Puebla (Tehuacán).

Nitzschia cfr. **liebetruthii** (Lam. 13, fig. 12)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 92, lam. 69, figs. 14-32

Valvas lanceoladas, vista valvar recta, márgenes más o menos convexos; polos obtusos, subrostrados; ápices redondeados; eje apical recto; superficie valvar plana; carina breve y rafe marginal; fíbulas regularmente distantes entre sí, cuneiformes, todas cortas y coincidentes con las estriás; zona hialina entre estriás y fíbulas; estriás rectas, punteadas; areolas alineadas longitudinalmente de manera regular.

Dimensiones: Long.: 14-31.5 μm ; a.: 4-6 μm ; estriás: 15-18 en 10 μm ; fíbulas: 6-10 en 10 μm .

Muestras: Todas menos muestra 17

Datos ecológicos: (3): Cosmopolita.

Distribución mundial: (3): Europa central

Distribución en México: No hay registro

Nitzschia nana Grunow (Lam. 13, fig. 13)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 26, lam. 17, fig. 6

Valvas lineales, márgenes más o menos rectos y zona central ligeramente constreñida; polos curvos en dirección opuesta, ápices romos; eje apical sigmoide; superficie valvar plana; carina breve y rafe marginal; con pseudonódulo central; fíbulas regularmente distantes entre sí pero más separadas en el centro, punteadas o como muelas cortas y chatas; estriás no visibles en ML.

Dimensiones: Long.: 36-58 μm ; a.: 4-5 μm ; fíbulas: 7-17 en 10 μm .

(3): long.: 35-120 μm ., a.: 3-4.5 μm .

Muestras: 4 y 5

Datos ecológicos: (3): aguas salobres, principalmente, a dulceacuícola; mesosaprobia; (7): dulceacuícola a ligeramente salobre, a veces en zonas húmedas o lodos, circumneutral, mesosaprobica, mesotrófica.

Distribución mundial: (3,7): Europa

Distribución en México: Ortega (1984) la reporta como *N. obtusa* W. Smith en Sonora.

Nitzschia palea (Kützing) W. Smith (Lam. 13, fig. 14)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 85, lam. 59, figs. 1-24

Valvas lanceoladas a lineal-lanceoladas, vista valvar recta o con una constricción central, márgenes rectos, paralelos; polos acuminados, rostrados o capitados; ápices redondos o agudos; eje apical recto; superficie valvar plana; carina breve y rafe marginal; con pseudonódulo central; fíbulas regularmente distantes entre sí, completas, no interrumpidas, anchas y cortas, todas del mismo tamaño; estriás, aunque ligeramente imperceptibles con ML, finamente punteadas.

Dimensiones: Long.: 22-38 μm ; a.: 3-6 μm ; estriás: más de 25 en 10 μm ; fíbulas: 11-14 en 10 μm .

(3): long.: 15-70 μm ., a.: 2.5-5 μm .

Muestras: 2 a 6, 20, 22, 23 y 25

Datos ecológicos: Cosmopolita; puede soportar gran variedad de condiciones y es resistente a la contaminación; suelos, dulceacuícola, agua corriente salobre, ríos, charcos, estanques, manantiales, cenote- aguas termales, lago, puestas de rana, sedimentos fósiles de lago; oligohalobia a indiferente; pH entre 4.2 y 9.0, óptimo de 8.4; eutérmica; meso a polisaprobio; eurioxibióntica; eutrófica; indiferentes a la corriente; heterótrofo obligado para el nitrógeno; sobre filtros de plantas de tratamiento de aguas; desechos industriales.

Forma de vida: Edáfica, litoral, bentónica, planctónica, ticoplanctónica, perifítica; epilítica, termófila.

Distribución mundial: Cosmopolita

Distribución en México: México central, Edo. de México (Texcoco), Puebla (Tehuacán).

Nitzschia paleacea Grunow (Lam. 14, fig. 1)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 114, lam. 81, figs. 1-7

Valvas lanceoladas con vista valvar recta, márgenes convexos; polos poco alargados, distinguibles del resto de la valva, rostrados, ápices romos; eje apical recto; superficie valvar plana; carina breve y rafe marginal; pseudonódulo central presente; fíbulas regularmente distantes entre sí a excepción de las dos centrales, chatas y cortas; estriás no evidentes en ML.

Dimensiones: Long.: 24-31 μm ; a.: 3-5 μm ; fíbulas: 12-15 en 10 μm .

(3): long.: 8-55(80) μm ., a.: 1.5-4 μm .

Muestras: 1, 4, 5, 20 y 23

Datos ecológicos: Río, sedimentos fósiles de lago; oligohalobia; indiferente al pH; eutérmica.

Forma de vida: Litoral, bentónica, planctónica.

Distribución mundial: Reino Unido (Inglaterra)

Distribución México: Edo. de México (Texcoco); México central.

Nitzschia parvula Lewis (Lam. 14, fig. 2)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 44, lam. 51, fig. 9

Valvas linal-lanceoladas con vista valvar recta, margen del rafe constreñido en la región central y el otro convexo, polos distinguibles del resto de la valva, cortos, capitados; ápices redondeados; eje apical recto; carina amplia y rafe excéntrico; pseudonódulo central presente; fíbulas regularmente distantes entre sí, excepto las que limitan con el pseudonódulo que están más alejadas; fíbulas rectangulares, cortas; estrías finamente punteadas, rectas; areolas no visibles con ML.

Dimensiones: Long.: 26.4 μm ; a.: 4.4 μm ; estrías: 20 en 10 μm ; fíbulas: 10 en 10 μm .

(3): long.: 19-50 μm ., a.: 4.6-6.5(8) μm .

Muestras: 4 y 5

Datos ecológicos: meso a oligohalobia o indiferente; indiferente al pH, de 6.6-7.9; eutérmica; mesosapróbica. (7): a veces en lodos o zonas húmedas temporalmente; indiferente a la corriente.

Forma de vida: (1): bentónica

Distribución mundial: (1,3,7); Europa

Distribución en México: México central

Nitzschia pusilla Grunow emed. Lange-Bertalot (Lam. 14, fig. 3)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 111, lam. 79, figs.12-15

Valvas elíptico-lanceoladas con vista valvar recta, márgenes convexos, polos cortos y subrostrados; ápices romos hasta redondeados; eje apical recto; superficie valvar plana; carina breve y rafe marginal; pseudonódulo central ausente; fíbulas regularmente distantes entre sí, delgadas, ligeramente agudas, cortas; banda hialina en la región entre fíbulas y estrías; estrías poco visibles en ML, finamente punteadas.

Dimensiones: Long.: 8-13 μm ; a.: 2.6-4 μm ; estrías: más de 25 en 10 μm ; fíbulas: 11-16 en 10 μm .

(3): long.: 8-33 μm ., a.: 2.5-5 μm .

Muestras: 1, 4, 5 y 6

Datos ecológicos: Cosmopolita; en aguas temporales, contaminadas; oligohalobia, eutérmica. (7): circumneutral, oligo a eutérmica, mesosapróbica.

Forma de vida: litoral.

Distribución mundial: Europa Central

Distribución en México: México central. Puebla (Tehuacán).

Nitzschia recta Hantzsch (Lam. 14, fig. 4)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 20, lam. 12, figs. 1-11

Valvas linal-lanceoladas con vista valvar recta, márgenes rectos, polos distinguible del resto de la valva y alargados; ápices redondeados; eje apical recto; superficie valvar plana; carina breve; sin pseudonódulo; fíbulas regularmente distantes entre sí, cuneiformes, todas largas; estrías poco evidentes en ML, finamente punteadas.

Dimensiones: Long.: 71-87 μm ; a.: 8 μm ; fíbulas: 8-10 en 10 μm ; estrías: más de 25 en 10 μm .

(3): long.: 35-100 μm ., a.: 3.5-7(8) μm .

Muestras: 4, 5 y 23.

Datos ecológicos: (1): oligohalobiótica indiferente, alcalófila, reófila; (3): mesosapróbia, en gran variedad de ambientes; (7): en agua dulce a ligeramente salobre, alcalófila, mesosapróbia, oligo a eutrófica.

Forma de vida: (1): Bentónica.

Distribución mundial: (1,3,7): Europa; (6): India.

Distribución en México: Morelos, Puebla (Tehuacán).

***Nitzschia rosenstockii* Lange-Bertalot (Lam. 14, fig. 5)**

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 116, lam. 81, figs.17-20

Valvas elíptico-lanceoladas con vista valvar recta, márgenes rectos, polos distinguible del resto de la valva, cortos, subrostrados, ápices redondos; eje apical recto; superficie valvar plana; carina breve y rafe marginal; pseudonódulo central ausente; fíbulas regularmente distantes entre sí, angostas, todas cortas y agudas; estrías no distinguibles en ML.

Dimensiones: Long.: 10-16 μm ; a.: 2.7-4.8 μm ; fíbulas: 15-18 en 10 μm .

(3): long.: 8-16 μm ., a.: 3-4 μm .

Muestras: 5, 6, 17, 20 y 23

Datos ecológicos: (7): agua dulce a ligeramente salobre.

Distribución mundial: (1,3): Europa

Distribución en México: No hay registro.

***Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot (Lam. 14, fig. 6)**

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 65, lam. 51

Valvas lineal-lanceoladas a elíptico-lanceoladas con vista valvar recta, márgenes convexos con una pequeña constricción central, polos distinguible del resto de la valva, ápices romos a redondeados; eje apical recto; superficie valvar plana o con ondulación central; carina breve y rafe excéntrico; con pseudonódulo central; fíbulas irregularmente distantes entre sí, más o menos agudas, de longitud variable y dos centrales más separadas; estrías finamente punteadas, rectas, completas, a veces ondulantes por la presencia de una depresión en la superficie de la valva; areolas muy finas, alineadas longitudinalmente de manera regular.

Dimensiones: Long.: 20- 81 μm ; a.: 7-10 μm ; estrías: 20-25 en 10 μm .; fíbulas: 9-10 en 10 μm .

(3): long.: 22-125 μm ., a.: 5(6)-9(10) μm .

Muestras; 4, 5, 20 y 23

Datos ecológicos: Cosmopolita; arroyos, zonas de temporal; eurihalobia; indiferente al pH, eutrémica, eutrófica, polisapróbia.

Forma de vida: peri y epífiton

Distribución mundial: Europa central.

Distribución en México: México central; Puebla (Tehuacán)

FAMILIA SURIRELLACEAE

Valvas de forma variable, iso o heteropolares. Rafe desarrollado en una carina marginal que rodea completamente la valva. Superficie valvar plana u ondulada. Estrías diminutamente punteadas, a menudo interrumpidas en el centro formando un espacio hialino de forma y dimensiones variables.

SURIRELLA Turpin

Células de formas considerablemente variables, contorno elíptico, más o menos ancho, lanceolado, lineal, a veces estrechas en la mitad o igual a una hélice. Vista conectiva rectangular o en forma de trapecio, mostrando la extensión de las alas marginales. La vista valvar hace aparecer el canal del rafe profundo dentro de la carina más o menos elevada. Superficie valvar ornamentada por renglones de costillas o de estriás. Presencia de pseudonódulo central. Las formas heteropolares son cuneiformes en vista conectiva. La ausencia de ondulaciones sobre la superficie de la valva es una característica que separa a *Cymatopleura* de *Surirella*.

Surirella angusta Kützing (Lam. 14, fig. 7)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 187, lam. 133, figs. 12-13

Valva con simetría recta, lanceolada, isopolar con ápices subrostrados; costillas paralelas y rectas; estriás muy finas, no evidentes; área axial ancha lanceolada, sin espinas axiales. Se observó un solo ejemplar.

Dimensiones: Long.: 26 μm ; a.: 7.7 μm ; costillas: 7 en 10 μm .

(3): long.: 18-70 μm ., a.: 6-15 μm .

Muestras: 4 y 5

Datos ecológicos: Cosmopolita; en aguas con conductividad alta; presente con diatomeas halófilas. (3): en vertientes de agua, eutrófica; (7): en agua ligeramente salobre, aveces en zonas húmedas y lodos, alcalófila, beta-mesosapróbica, eutrófica,

Distribución mundial: (4): Cosmopolita.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán)

Surirella brebissonii Krammer Lange-Bertalot (Lam. 14, fig. 8)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 179, lam. 126, fig. 3

Valva con simetría recta, lineal, heteropolar con ápice más ancho redondeado y ápice angosto redondo-agudo; superficie valvar ligeramente plana; pseudo-rafe estrecho, central; estriás que se alternan con las costillas, transapicales; canales rectos; estriás lineadas; área axial angosta lineal, sin espinas axiales.

Dimensiones: Long.: 33-65 μm ; a.: 22-32 μm ; estriás: 14-15 en 10 μm ; costillas: 6-7 en 10 μm .

(3): long.: 8-70 μm ., a.: 8-30 μm .

Muestras: 4 y 5

Datos ecológicos: Manantiales. (2): ambientes muy diversos; (3): frecuente en vertientes de agua salobres; (7): alcalófila, en agua ligeramente salobre.

Forma de vida: Perifiton, bentónica.

Distribución mundial: (1,2,7): Europa.

Distribución en México: Morelos, Puebla (Tehuacán)

Surirella tenera Gregory (Lam. 14, fig. 9)

In: Krammer & Lange-Bertalot. 1988. pag. 203, lam. 165 y 166, figs. 14 y 13, respectivamente.

Valva con simetría recta, lineal, heteropolar con ápice más ancho redondeado y ápice angosto redondo-agudo; superficie valvar plana; costillas lineales y radiadas en los ápices; estriás muy

finas, no evidentes; área axial angosta lineal, sin espinas axiales. Se observó un sólo ejemplar.

Dimensiones: Long.: 156 μm ; a.: 44.6 μm ; costillas: 2 en 10 μm .

(3): long.: 40-185 μm ., a.: 13-45 μm .

Muestras: 5

Datos ecológicos: En lagos, lagunas, manantiales, aguas termales, aguas someras, sedimentos fósiles de lago y suelos húmedos; en aguas saladas y dulces; oligohalobia indiferente; circumneutras; termófila; en aguas oligotróficas; oligo a mesosapróbica.

Forma de vida: Edáfica, planctónica y bentónica; perifítica.

Distribución mundial: (4): Cosmopolita

Distribución en México: México central; Edo. de México (Texcoco), Michoacán, Morelos, (Pátzcuaro), Puebla (Tehuacán).

Referencias específicas:

(1): De Wolf, 1982.

(2): Germain, 1981.

(3): Krammer y Lange-Bertalot,
1986-1991b

(4): Maidana, 1985.

(5): Patrick y Reimer 1966

(6): Sarode y Kamat, 1984.

(7): Van Dam, et al., 1994.

(8): Cantoral-Uriza y
Maidana, 1996.

DISCUSIONES

a) Florística.

El presente trabajo es la primera ficoflora diatomológica para el Municipio de Guanajuato, por lo que todas las especies que describo representan los primeros registros de la región; además señalo por vez primera para el Estado de Guanajuato 16 géneros y 97 especies; sólomente cuatro especies fueron recopiladas en bibliografía previa por Ortega (1984) (*Synedra ulna*, *Gomphonema truncatum*, *Cocconeis placentula* y *C. placentula* var. *lineata*). En cuanto a la flora diatomológica nacional, reporto quince registros nuevos (tabla II), lo cual considero de gran importancia, ya que incrementa el conocimiento de la biodiversidad de México. Sin embargo, cuatro especies deben ser confrontadas posteriormente, ya que sólo se tienen registros para zonas nórdico-alpinas (*Cymbella geumannii*, *N. impexa* y *N. nivalis*) o por que deben ser determinadas ante microscopio electrónico (*N. liebetruthii*).

Aulacoseira sp. es la única especie que no pude determinar; no la incluí en las descripciones debido a sus características particulares: el disco valvar es semejante al de *A. distans*, pero las areolas son más gruesas y desordenadas; la irregular ornamentación del manto, con escasas areolas, no es equiparable con las especies registradas en la literatura; finalmente, observé cadenas de 2 valvas, nunca mayores. Por lo anterior, decidí dejar a este especie a nivel de género y no tratarla en el presente trabajo.

Cinco diatomeas descritas deben ser confrontadas; tomé la decisión de no asumir ampliamente el epíteto de la especie por las siguientes razones, para cada caso:

- *Cymbella geumannii*: Especie que ha sido registrada para zonas nórdico-alpinas, no registrada para México. (Krammer y Lange-Bertalot, 1986).
- *Navicula impexa*: Especie registrada para Suiza y nunca antes para México (Krammer y Lange-Bertalot, 1986); engrosamientos polares muy evidentes, que no son descritos por Krammer y Lange-Bertalot (1986). No hay información de datos ecológicos ni formas de vida.
- *Navicula nivalis*: Especie poco común, reportada para zonas templadas de Europa Central (Krammer y Lange-Bertalot 1986).
- *Nitzschia granulata*: Krammer y Lange-Bertalot (1988) y Patrick & Reimer (1966) registran una longitud valvar menor a la que he reportado. Esta especie ya se ha descrito para México.
- *Nitzschia liebetruthii*: Especie que se puede confundir con *N. frustulum* (Krammer y Lange-Bertalot, 1988); sin embargo, estas especies se distinguen entre sí por que los márgenes valvares en *N. frustulum* son más rectos que en *N. liebetruthii*, *N. liebetruthii* tiene una densidad de fíbulas menor y *N. frustulum* presenta pseudonódulo central.

b) Géneros predominantes en cuanto a números de taxones:

Las especies determinadas para los géneros *Navicula* y *Nitzschia* representan el 20.86% y 19.60%, respectivamente. Estos resultados coinciden con lo reportado en la literatura (Bourrely, 1968; Krammer y Lange-Bertalot, 1986 y 1988). Así mismo, los géneros de menos de 15 especies (Bourrely, 1968; Krammer y Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a y 1991b) coinciden con aquellos para los que he reportado una sola especie (tabla V), excepto *Neidium* y *Stauroneis*.

c) Distribución en la zona de estudio.

Para las muestras m4 y m5, registro el mayor número de especies (66 y 73 especies, respectivamente), seguidas de la muestra 6 (48 especies), muestra 20 (40 especies) y muestra 2 (35 especies), todas con un número de taxas superior a la media (32 especies) (tablas III). Las muestras 2, 4, 5 y 6 son provenientes de la orilla de la presa, de profundidad variable (2 a 18 cm), presencia de filamentos verdes epilíticos (m2 y m4) o epifitos (m5 y m6); la muestra 20 proviene del arroyo, donde inicia la zona de jales. Las muestras 1, 3, 17, 22, 23, 24 y 25 presentan un número de especies menor a la media (32 especies); las cuatro últimas provenientes de la zona de jale; la muestra menos rica es la número 22, con tan solo 8 especies; esta última se localiza en la zona de jales, la colecté por la evidente presencia de jale en el lecho del arroyo.

Las especies con mayor distribución en el área de estudio son (Tabla III): *Achnanthes minutissima* (presente en todas las muestras), *Denticula kuetzingii* y *Nitzschia liebetruthii*, *Synedra ulna* (en 11 muestras) y *Cyclotella meneghiniana* (en 10 muestras). Estas diatomeas están reportadas como cosmopolitas, especialmente para zonas templadas y cálido templadas, pero de carácter cosmopolita; en específico, para *C. meneghiniana*, *S. ulna* y *A. minutissima* se reporta tolerancia a la contaminación de sustancias como ácido sulfhídrico, para la primera, e indiferencia al calcio, al fierro y a elevadas concentraciones de oxígeno en aguas alcalinas, para la última.

d) Distribución de las especies por zonas.

En cuanto a las zonas, contabilicé un mayor número de especies en la presa que en la zona de jales (tabla III). De alguna manera, estos resultados podrían ser reflejo de la influencia nociva de los jales sobre las comunidades de diatomeas, dadas las características fisicoquímicas de estos desechos. Así, de 101 especies reportadas, 95 se presentan en la presa, pero solamente 49 son exclusivas para esta zona (tabla III). Al hacer un análisis de los datos ecológicos reportados en la bibliografía (pH, concentración de sal, concentración de nutrientes, saponibilidad y temperatura, principalmente) para dichas especies, se observa que: abarcan un amplio rango de pH, concentración de nutrientes, salinidad y temperatura y son de oligo- a mesosapróbicas, principalmente. Para el caso del arroyo con jale, son cinco las especies exclusivas para esta zona (*Asterionella formosa*, *Cyclotella distinguenda*, *C. ocellata*,

Gomphonema minutum y *Navicula* (cf. *impexa*); haciendo el mismo análisis de los datos y parámetros ecológicos se observan: son alcalófilas, principalmente dulcecúcolas, oligo a mesosapróbicas, amplio rango de temperatura y mesotróficas. Así, las especies presentes exclusivamente en el jale tienen, al parecer, rangos más restringidos de los parámetros ecológicos reportados en la literatura. Considerando la tabla I, los jales de la zona son moderadamente alcalinos (pH 8.28), el efecto de la salinidad es casi nulo (conductividad eléctrica de 1.34 $\mu\text{mho/cm}$), son muy pobres en materia orgánica (0.53%) y son potencialmente tóxicos para cobre, zinc y plomo. Aparentemente, las diatomeas presentes en la zona con jales pueden desarrollarse por su tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales, o por que su restringido rango de tolerancia coincide con las características ambientales determinadas por la presencia de los jales. Esta afirmación es una hipótesis a confrontar en futuros trabajos.

Los dos grupos mayores que se forman en el dendrograma (ver gráfico 1) reflejan las diferencias y semejanzas entre las dos zonas que se compararon; sin embargo, a pesar de que todas las muestras de la presa están definidas en el Grupo 1, la m20 (proveniente del arroyo con jale) quedó incluida en el mismo. En el Grupo 2, están todas las muestras del arroyo, incluyendo la m17 (recordemos que esta se localiza antes del lecho del jale).

El Grupo 1 incluye las muestras m1, m2, m3, m4, m5, m6 y m20, y el porcentaje de similitud (en términos del coeficiente de Jaccard) para el conjunto es: $S_j = 30.50\%$. Cabe señalar que hay seis especies presentes comunes: *Achnanthes minutissima*, *Denticula kuetzingii*, *Nitzschia liebetruthii*, *Cyclotella meneghiniana* y *Amphora veneta*; como ya se dijo anteriormente, estas diatomeas se caracterizan por estar ampliamente distribuidas, lo cual coincide con su distribución en la zona de estudio.

Dentro del Grupo 1 se aprecia el primer subconjunto claramente definido, el 1.1 (gráfico 2), que incluye muestras provenientes de la presa, solamente (m1, m2 y m3), con un $S_j = 41.00\%$, y un mayor número de especies comunes ausentes (48 spp) que presentes (14 especies). Además de éste, es notorio el subgrupo 1.2, formado por las muestras 4, 5, 6 y 20. Como se dijo anteriormente, inquieta la inclusión de la m20 entre las muestras que provienen de la presa. Al observar la tabla III, se evidencia que la mayor proporción de especies comunes para presa y zona de jales se establece entre las muestras 4, 5, 6 y 20 (24 especies en común en total y 34 especies en lo particular), ello se refleja en el S_j , de 41.60%. Lo importante ahora es tratar de explicar por qué estas muestras tienen un elevado número de especies comunes y, una vez más, al analizar los datos ecológicos reportados en la bibliografía para las diatomeas comunes, resaltan el carácter cosmopolita y los amplios rangos de condiciones ambientales.

El Grupo 2 (gráfico 2) incluye cinco muestras del arroyo, cuatro provenientes de la zona de jales (m22, m23, m24 y m25) y una antes de ésta (m17). Aunque este es un grupo perfectamente definido, las muestras comparte pocas especies, lo cual se refleja en el S_j, menor del 20%. Anteriormente se comentó que las m22 y m17 presentan el menor número de especies (8 y 11, respectivamente). Las m23, m24 y m25, por su parte, conforman el subgrupo 2.1, con un S_j= 27.50%, comparten la ausencia de 36 especies y la presencia de 4: *Achnanthes minutissima*, *Navicula pupula*, *Nitzschia inconspcua* y *N. liebetruthii*, todas registradas como cosmopolitas. Este subgrupo se conforma por muestras exclusivas de la zona de jale.

e) Índices de Similitud (Índice Jaccard):

El número de especies comunes para las muestras es moderado, tendiendo a ser bajo. A excepción de un solo caso, todos son valores inferiores al 50%, y, al comparar todas las muestras entre sí, se obtiene un S_j=14.3%. Lo anterior puede deberse a los valores en cuanto al número de especies por muestra; así, tengo una muestra en la presa (m5) con 73 especies contra una muestra de la zona de jales (m22) con tan sólo 8 especies. Pero, aún más importante, los S_j por debajo del 50% nos refleja la heterogeneidad de los factores ambientales.

1) El valor del S_j más elevado (67.5%) corresponde a las muestras colindantes m4 y m5; este valor refleja las características similares de ambos puntos de colecta (cuerpos lénticos, profundidad similar, lecho de la presa lodoso, presencia de macrofitas) que se refleja, a su vez, en el elevado número de diatomeas comunes a ambas muestras. Cabe recordar que para estas muestras se reportaron el mayor número de especies (tabla III).

2) La agrupación de las muestras colindantes m2 y m3 resultó en S_j=48. 80%, cercanía que implica características comunes para ambos puntos (litorales, 1 a 3 cm. de profundidad, lecho de la presa rocoso, muestras bentónica, de vida libre y las formas de crecimiento asociadas son filamentos cortos, epilíticos y bentónicos). Se diferencian en que en la m2 hay mayor movimiento hídrico por efecto del arroyo del Chorro, mientras que la m3 corresponde a una zona léntica; además, los filamentos de las formas de crecimiento asociadas son de tono diferente.

3) Las m4, m5 y m6, con un S_j=47.8% debido a su colindancia y lo dicho en el punto (1), además se tratan de las muestras con el mayor número de especies.

Deseo enfatizar que: al comparar las muestras de la zona de jales entre sí, los S_j son bajos (Tabla VI) y el S_j tiende a decrecer notablemente al comparar las muestras de la presa con las del arroyo, lo que nos habla de diferencias significativas entre estos dos cuerpos de agua.

d) Distribución Geográfica y Ambientes:

Cuarenta y ocho de las 101 especies que determino, tienen distribución geográfica "cosmopolita", siete se consideran como "cosmopolitas" en términos ecológicos (euritróficas, p. e.) y cuatro han sido reportadas para regiones tan amplias como Nepal, Japón, Europa y Estados Unidos, o bien, Europa, Estados Unidos y Jamaica. Las cuarenta y dos especies restantes han sido

registradas anteriormente como especies restringidas a ciertas regiones geográficas (Europa y/o EEUU, principalmente) o a ciertas condiciones ambientales (regiones templada, particularmente). En su totalidad, las cuarenta y dos especies "no cosmopolitas" se han reportado para Europa, de las cuales, quince son nuevos registros para México.

En relación a las restricciones ambientales reportadas, destacan:

- *Gomphonema clavatum*: muy sensible a la contaminación orgánica,
- *Nitzschia archibaldii*: tolerante a metales pesados.

Gomphonema clavatum, presente en las muestras 4, 5 y 6, las cuales me permito caracterizar por su baja o nula contaminación orgánica.

La presencia de *Nitzschia archibaldii* en las muestras de zona de jale (20, 23 y 24) no indica necesariamente la presencia de metales pesados en éstas; además, a esta especie también la reporto para las muestras 4, 5 y 6, de la presa. Sin embargo, *Nitzschia archibaldii* será una especie muy útil para futuras investigaciones en torno a la presencia de metales pesados en el medio donde se presenta.

En cuanto a la distribución geográfica, me parece conveniente recalcar un hecho por todos bien sabido: el conocimiento de la diversidad y distribución de diatomeas es sesgado, ya que no en todos los países se realizan investigaciones florísticas bajo los mismos objetivos (o simplemente, no se realizan), ni todos los ficólogos han abarcado importantes regiones a nivel mundial, por lo que es de esperarse desconocimiento en la bioqueografía de ciertas especies.

f) Metodológicos:

Para poder observar a las diatomeas, me fue necesario seguir una técnica de concentración y fijación sumamente drástica que se traduce en rompimiento de los frústulos, lo cual con lleva a pérdida de material, especialmente de las formas delicadas y/o de grandes tallas. Así, por ejemplo, observé restos de ejemplares de los géneros *Epithemia* y *Thalassiosira*, tanto como restos de especies de la familia Naviculaceae; para estos casos, la determinación de las especies era prácticamente imposible, lo que me permite suponer que no registré todas las especies presentes en las muestras y, para los géneros anteriormente señalados, sesgos en la información en cuanto a presencia de las especies en las mismas. Ante esta problemática, convendría ensayar técnicas menos severas, especialmente de centrifugación.

El término "cosmopolita", tomado tal cual de la literatura, puede hablarnos de la ubicuidad de las diatomeas o puede reflejar imprecisiones que no explican la distribución tan amplia, aparentemente, de este grupo de algas. La condición cosmopolita puede estar restringida, sin embargo, a ciertas condiciones. Así, para discutir el por qué las muestras provenientes de zonas alejadas y aparentemente disimiles (vr. gr. las m4, m5 y m6 de la presa y la m20 del arroyo con jale) presentan 34 especies en común, requerí de análisis serios de los principales parámetros ecológicos (pH, temperatura, conductividad, etc) que me permitieran precisar las condiciones

que determinan la presencia/ausencia de las diatomeas.

CONCLUSIONES

Uno de los objetivos de la taxonomía botánica es la creación de inventarios y floras para incrementar el conocimiento de la diversidad vegetal, requisito indispensable, más no el único, si se pretende hacer uso de un taxon como recurso biológico. En este contexto, el trabajo realizado representa la primera ficoflora diatomológica para Guanajuato, es decir, el primer acercamiento para la valorización de la diversidad de estos taxa en la región. Amplía el inventario ficológico nacional, incrementa nuestra noción sobre su distribución en el país y posibilita la relación y comparación de la ficoflora de diferentes tiempos y lugares; este trabajo podrá servir como una referencia a futuros trabajos sobre algas continentales en ésta y otras regiones de México.

Las observaciones de las muestras provenientes de la presa y del arroyo colindante al jale, tanto como los valores de los índices de similitud obtenidos, reflejan diferencias significativas en la composición de las comunidades para ambos cuerpos de agua: las muestras de la presa presentan un mayor número de especies y los índices de similitud internos a este grupo de muestras son los más elevados; las muestras provenientes del arroyo y la zona de jale presentaron un menor número de especies y son muestras disimilias entre sí, lo cual se refleja en los bajos valores de los índices de similitud.

Sin que se haya buscado puntualizar qué factores determinan estas diferencias, sí bien podría tratarse de la presencia del jale, es evidente que estoy comparando dos cuerpos de agua con diferencias marcadas (v.gr., cuerpo léntico contra cuerpo con corriente); por supuesto, lo anterior es determinante en la composición específica de las comunidades. Así, los bajos índices de similitud se deben a que se están comparando especies bajo condiciones ambientales distintas, lo cual no solamente es cierto para las muestras provenientes de los dos cuerpos de agua, si no para las muestras de cada punto de colecta entre sí, ya que los valores de los índices de similitud son de moderados a bajos. Apartir de estos datos y de los dendrogramas que los mismos generaron se debe intentar explicar el por qué de la presencia y ausencia de las especies, y formular hipótesis de las posibles causas biológicas, ambientales y metodológicas que determinan una u otra situación.

El presente trabajo significó para mi un entrenamiento para enfrentarse a los problemas metodológicos en el manejo y la identificación de diatomeas. Pero lo más importante, invita a una seria reflexión sobre futuras estrategias metodológicas para abordar el estudio de las diatomeas en desechos mineros de una manera mas integrativa que permita obtener información completa y, ésta a su vez, ayude a explicar el por qué las especies tienen ciertos patrones de distribución.

PERSPECTIVAS

- a) Descripción y determinación de la diversidad y abundancia de especies de algas que crecen en las presas de jales mineros del Municipio de Guanajuato.
- b) Estudiar los cambios temporales y espaciales en la composición algal en las presas de jales.
- c) Análisis fisicoquímico de las presas de jales donde se desarrollan las algas.
- d) Correlacionar la diversidad y abundancia de algas con las características ambientales.
- e) Contribuir a la ficoflora del Estado de Guanajuato, documentando y describiendo las especies presentes en las presas de jales.

BIBLIOGRAFIA

- Atkinson, R.B and J. Cairns Jr. 1994. Posssible use of wetlands in ecological restoration of surface mined lands. *J. of Aquatic Ecosystem Health* 3: 139-144.
- ANACOM (Sistema para el análisis de comunidades). 1991. De la Cruz, G. CINVESTAV-IPN, Unidad Merida, México.
- Bourrelly, P. 1968. *Les Algues d' eau Douce. II: Les algues jaunes et brounes Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomeés*. N. Boubée y Cia. Paris. 517 pp.
- Bradshaw, A.D. and M.J. Chadwick. 1980. *The restoration of land*. Blackwell Sc. Pub. Los Angeles. 317 pp.
- Brierley, C.E., J.A. Brierley and M.S. Dadidson. 1989. Applied microbial processes for metal recovery and removal from wastewater. In: Beveridge T.J. y R.J. Doyle (Eds): *Metals, Ions and Bacteria*. Jonh Wiley and Sons . New York. 359-382 pc.
- Cantoral-Uriza, E. A. y N. I. Maidana. 1996. *Variabilidad morfológica en Cymbella Ag. spp (Bacillariophyceae) en el Río El Salto (San Luis Potosí, México)*. IV Congreso Latinoamericano, II Reunión Iberoamericana y VII Reunión Brasileira de ficología, Caxambu, Brasil. 28 de julio a 3 de agosto de 1996. Ponencia Cartel.
- Da Costa, A.C.A. y S. Gomes-Ferreira. 1991. Metals biosorption by sodium alignate immobilized *Chlorella homoshaera* cells. *Biotech. letters* 13(8): 559-562.
- Davey, M.C. 1988. Ecology of terrestrial algae of the fellfield ecosystem of Singny Island, South Orkney Islands. *Br. Antarc. Surv. Bull.* (81): 69-74
- De Wolf, H. 1982. Method of coding of ecological data from diatoms for computer utilization. *Meded. Rijks. Geo. Dienst.* 36 (2):95-98
- Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer. 1986. *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 866 pp.
- García-Meza, V., L.L. Sosa, C. Cano, P. Ponce. 1995. Biotecnología ecológica para el tratamiento de residuos mineros. *Actas INAGEQ* 1 (1): 175-180.
- Germain, H. 1981. *Flore des diatomeés. Diatomophycées*. Société Nouvelle des éditions Boubée, Paris. 444 pp.
- González-González, J. 1897. Las algas de México. 1987. *Ciencias*. 16-25.
- González-González, J. 1992. *Flora ficológica de México*:

concepciones y estrategias para la integración de una flora fitológica nacional. **Ciencias**. No especial 6 (Botánica): 13-33.

- Gowrinathan, K.P. and V.N. Rao. 1990. Detoxification of copper by *Nitzschia obtusa* Wm. Sm., a pennate diatom. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.** 45: 612-618

- Guiza, R. 1949. Estudio Geológico del Distrito Minero de Guanajuato. **Instituto nacional para la Investigación de Recursos Minerales**. Boletín No. 22, México D.F. 72 pp.

- Harris, P.O. and G.J. Ramelow. 1990. Binding of metal ions by particulate biomass derived from *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda*. **Environ. Sci. Technol.** 24 (2): 220-228

- Ibarra, V. C. 1992. **Flora diatomológica de Texcala, Tehuacan, Puebla**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F.

- INEGI. 1980. **Síntesis Geográfica de Guanajuato**. SPP. México D.F.

- INEGI. 1993. **Cuaderno Estadístico Municipal**. Gobierno del Estado de Guanajuato.

- Izaguirre, M. M. y E. Domínguez. 1987. **Mesoclimas de cada municipio del Estado de Guanajuato**. Observatorio Astronómico y Meteorológico. Universidad de Guanajuato. Guanajuato. 124 pp.

- Karamushka, V.I., Z.R. Ul'berg, T.G. Gruzina, A.S. Dukhin and S.B. Buriyev. 1991. Response of *Chlorella* cells in energized state to tetrachloraurate. **Hidrobiology J.** 27(3): 82-89.

- Keeney, W.L., W.G. Breck, G.W. Vanloon and J.A. Page. 1976. The determination of trace metals in *Chladophora glomerata* as a potential biological monitor. **Water Res.**, 10: 981-984.

- Krammer, K and H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. Band 2/1. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (Eds.): **Die Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 866 pp.

- Krammer, K and H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Ephithemiaceae, Surirellaceae. Band 2/2. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (Eds.): **Die Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 596 pp.

- Krammer, K and H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae. Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (Eds.): **Die Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 576 pp.

- Krammer, K and H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae. Teil 4: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae)

- und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Band 2/4. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (Eds.): **Die Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 437 pp.
- Laegreid, M., J. Alstad, D. Klaveness and H.M. Seip. 1983. Seasonal variation of cadmium toxicity toward the algae *Selenastrum capricornutum* Printz in two lakes with different humus content. *Environ. Sci. Technol.* 17 (6): 357-361.
 - López, A.S. 1984. **Minería mexicana**. Comisión de fomento minero. México D.F., 508 pp.
 - Lowe, R.L. 1974. **Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms**. Nat. Environ. Res. Center, US. Environmental Protection Agency, Cincinnati. 334 pp.
 - Maidana, N.I. 1985. **Contribución al estudio taxonómico de las Diatomeas (Bacillariophyceae) de la provincia de misiones, República Argentina**. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad de Buenos Aires. 276 pp.
 - Margalef, R. 1983. **Limnología**. Ed. Omega. Barcelona. 1010 pp.
 - Margulis, L. y K.W. Schwartz. 1985. **Cinco Reinos**. Ed. Labor. Barcelona. 335pp.
 - Novelo, M.E. 1978. **Diseño y ensayo de una metodología para estudios de la flora ficológica de suelos en las zonas áridas realizado en Tehuacán, Puebla**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México D.F. 113 pp.
 - Ortega, M.M. 1984. **Catálogo de algas continentales recientes de México**. UNAM. México, D.F. 566 pp.
 - Ortiz-Monasterio, P.F., C. Cortinas de Nava y M.L. Maffey. 1987. **Manejo de los desechos industriales en México**. Fundación Universo Veintiuno A.C. México D.F. 235 pp.
 - Patrick, R. 1945. **Bacillariophyceae**. In Ward, B.H. and C.G. Whipple (Eds.). *Fresh water biology*. John Wiley and sons inc. 2nd edition. London, 171-189 pp
 - Patrick, R and C.W. Reimer. 1966. **The diatoms of the United States**. Monographic series of the Academy of Natural Sc. of Philadelphia. Lititz. 673 pp
 - Patrick, R. and C.W. Reimer. 1975. **The diatoms of the United States**. Vol. II. Part 1. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. No. 13. Pennsylvania. 213 pp.
 - Ramos, R.E. 1991. **Reconstrucción mineralógica de los jales de Guanajuato y el estudio sobre el seguimiento de las especies químicas contenidas en sus componentes no metálicos**. Tesis de Maestría en Ciencias Químicas (Química Inorgánica) Facultad de

Ciencias Química. Universidad de Guanajuato. 135 pp.

- Ramos, A. Y. R. 1993. **Algas resistentes a metales pesados con potencial en el tratamiento de desechos mineros**. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Guanajuato. 79 pp

- Rodríguez G.S. y P.M. Vergil. 1989. **Optimización de parámetros de la planta concentradora, Cia. Minera de Avino**. Tesis De Ingeniero Metalúrgico. Facultad de Minas, Metalurgia y Geología. Universidad de Guanajuato.

- Round F.E., R.M. Grawford y D.G. Mann. 1990. **The diatoms**. Cambridge University Press. Cambridge. 747 pp.

- Sarode, P.T and N.D. Kamat. 1984. **Freshwater diatoms of Maharashtra**. Saikripa Prakashan, Aurangabad (Maharashtra), India 388 pp.

- Sneath, P.H.A. and R.R. Sokal. 1973. **Numerical Taxonomy: The principles and practice of numerical classification**. Freeman. San Francisco. 673 pp.

- van Dam, H., A. Mertens and J. Sinkeldam. 1994. A code checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands J. of Aq. Ecol.* (28)1: 117-133.

- Vizcaino, M.F. 1975. **La contaminación en México**. Fondo de Cultura Económica. México D.F. 514 pp.

- Vymazal, J. 1990. Uptake of lead, chromium, cadmium and cobalt by *Cladophora glomerata*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 44: 468-472.

APENDICE

INDICE DE JACCARD

El índice de Jaccard (S_j) es un coeficiente de similitud binario que juzga que tan semejantes son las observaciones a comparar (p. ejem. comunidades, localidades, ambientes, muestras) considerando a las especies comunes presentes con el mismo peso con que considera a las especies comunes ausentes:

		Muestra 1	
		spp. presentes	spp. ausentes
Muestra 2	spp. presentes	a	b
	spp. ausentes	c	d

para d diferente de cero

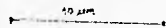
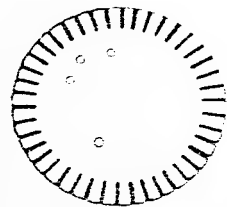
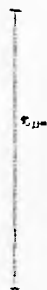
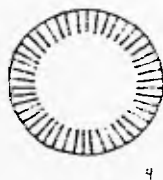
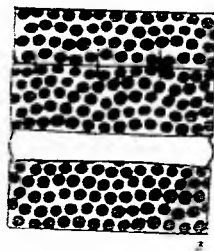
$$S_j = a / a+b+c$$

El S_j se expresa en porcentaje.

Los resultados obtenidos a partir de los S_j calculados, se pueden clasificar, quedando representados en un dendrograma. Para la construcción del mismo se proponen varias técnicas de ligamiento entre puntos. En éste trabajo se eligió la técnica de media no ponderada; es decir, la media de la distancia entre puntos. Se decide calcular la media para producir datos intermedios que nos evite la presencia de datos extremos.

LAMINAS Y FIGURAS

- Lamina 1
- Figura 1 *Aulacoseira granulata*
 Fig. 2 *A. italica*
 Fig. 3 *A. suzannensis*
 Fig. 4 *Cyclotella distinguenda*
 Fig. 5 *C. senegaliniana*
 Fig. 6 *C. ocellata*



Lamina 2

Figura 1 *Cyclotella pseudostelligera*
 Fig. 2 *C. stelligera*
 Fig. 3 *Stephanodiscus hantzschii*
 Fig. 4 *Thalassiosira visurgis*
 Fig. 5 *Asterionella formosa*
 Figs. 6-7 *Fragilaria brevistriata*
 Fig. 8 *F. capucina*
 Figs. 9-10 *F. construens*

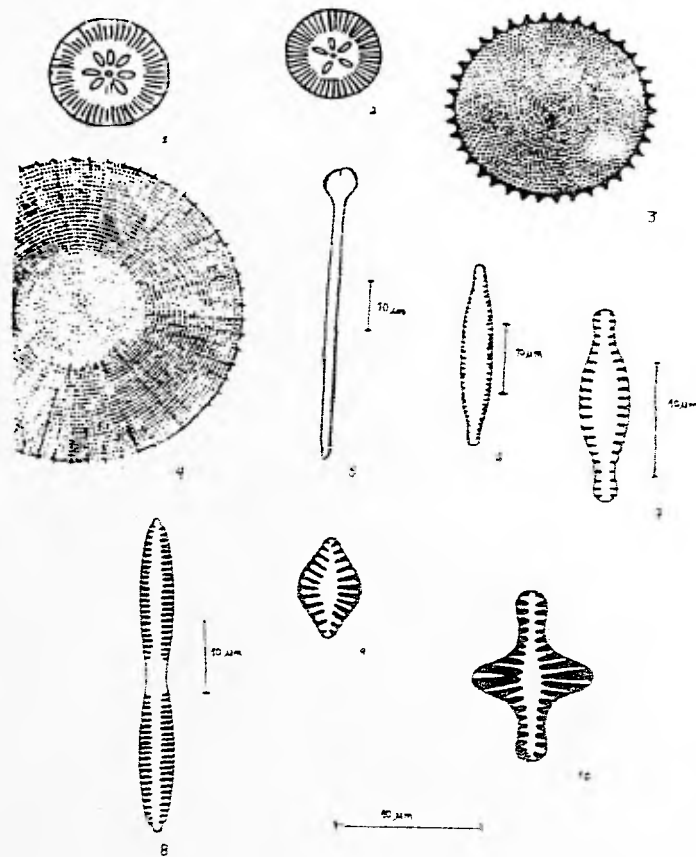


Lámina 3

- Figura 1 *Synedra delicatissima*
 Fig. 2 *S. ulna*
 Fig. 3a *Achnanthes delicatula* (VR)
 Fig. 3b *A. delicatula* (VSR)
 Fig. 4a *A. exigua* (VR)
 Fig. 4b *A. exigua* (VSR)
 Fig. 5a *A. lanceolata* (VR)
 Fig. 5b *A. lanceolata* (VSR)

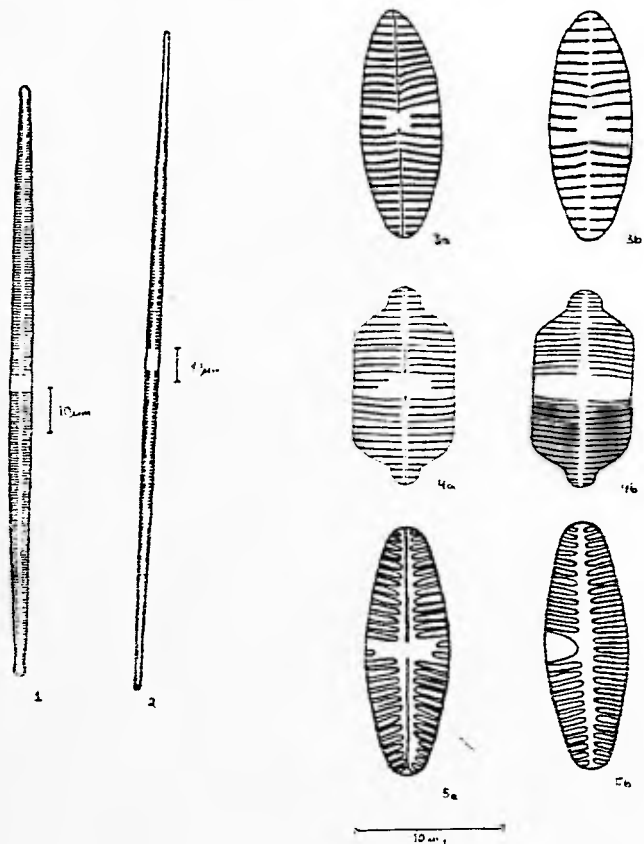
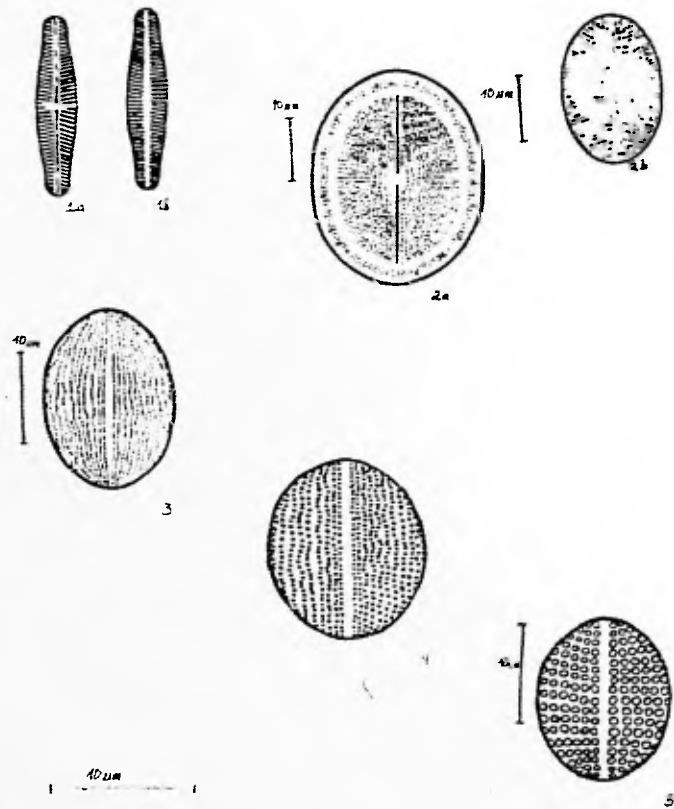
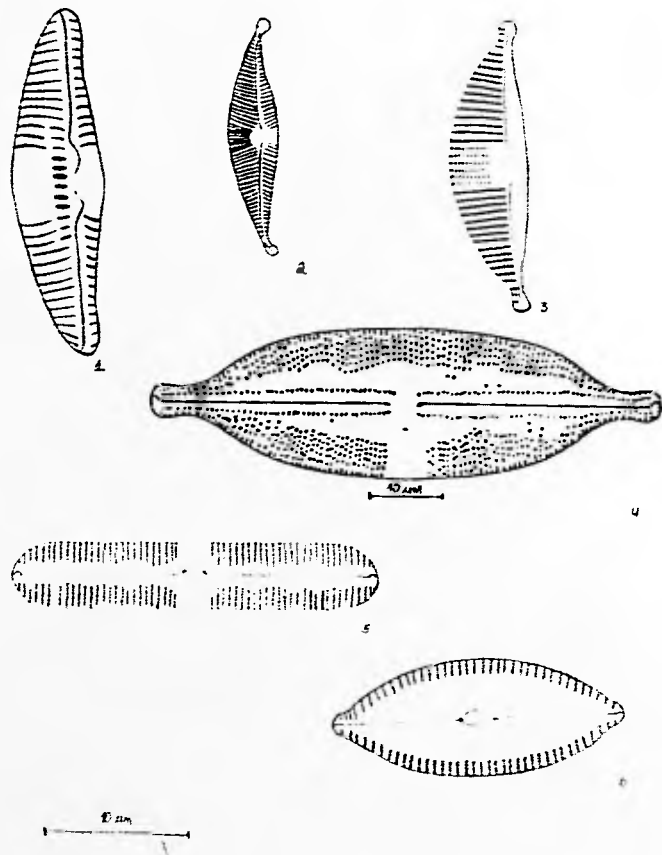


Lámina 4

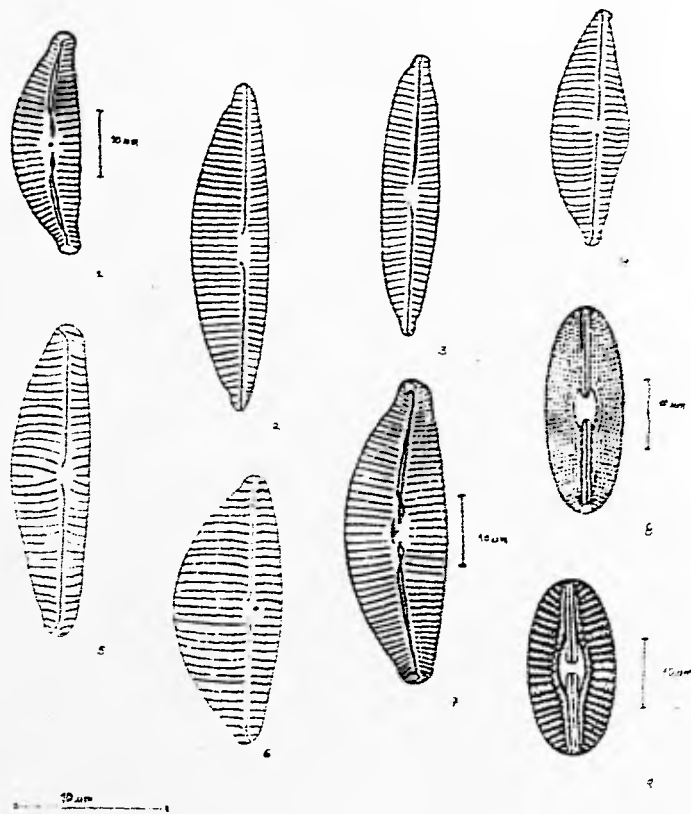
Figura 1a *Achnanthes minutissima* (VR)
 Fig. 1b *A. minutissima* (VSR)
 Fig. 2a *Cocconeis placentula* (VR)
 Fig. 2b *C. placentula* (VSR)
 Fig. 3 *C. placentula* var. *lineata* (VSR)
 Fig. 4 *C. placentula* var. *pseudolineata* (VSR)
 Fig. 5 *C. scutellum* var. *parva* (VSR)



- Lamina 5
- Figura 1 *Asphora lybica*
 Fig. 2 *A. montana*
 Fig. 3 *A. veneta*
 Fig. 4 *Ammonoconis sphaerophora*
 Fig. 5 *Calocaris bacillus*
 Fig. 6 *C. sillicula*



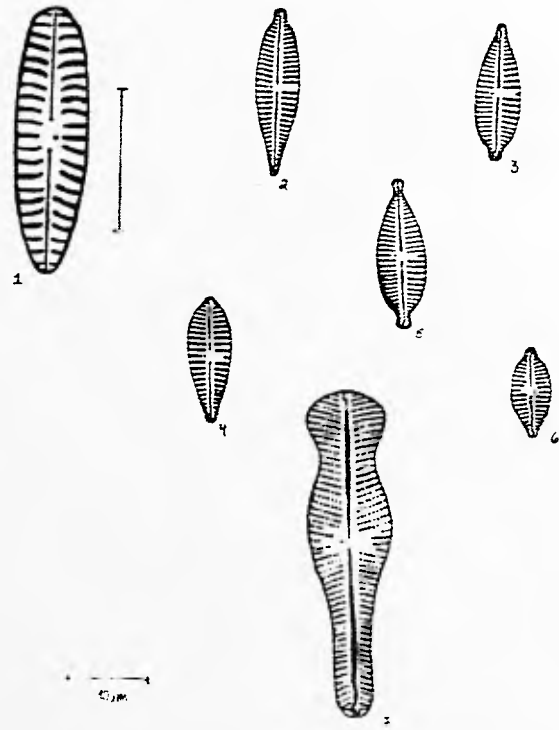
- Lamina 6
- Figura 1 *Cyabella affinis*
 Fig. 2 *C. cf. gaeumannii*
 Fig. 3 *C. gracilis*
 Fig. 4 *C. hustedii*
 Fig. 5 *C. pusilla*
 Fig. 6 *C. silesiaca*
 Fig. 7 *C. turgicula*
 Fig. 8 *Diploneis abierjella*
 Fig. 9 *D. pseudovalis*



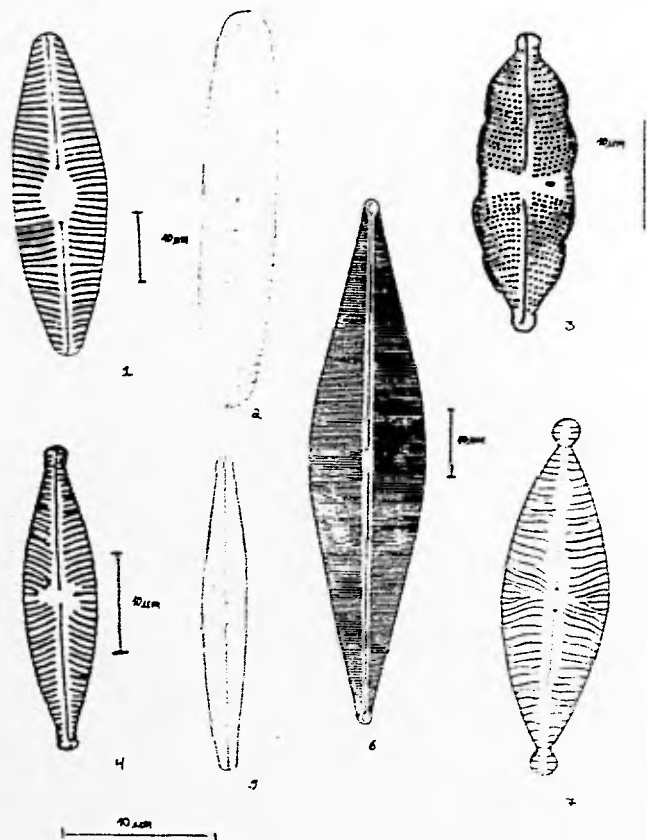
Lamina 7
Figura 1 *Gomphonema affine*
Figs. 2-3 *G. angustatum*
Fig. 4 *G. clavatum*
Figs. 5-6 *G. gracile*



Lamina 8
Figura 1 *Gomphonema minutum*
figs. 2-6 *G. parvulum*
fig. 7 *G. truncatum*



- Lamina 9
- Figura 1 *Mastogloia elliptica*
 Fig. 2 *Nevicula angusta*
 Fig. 3 *N. charletii*
 Fig. 4 *N. cryptocephala*
 Fig. 5 *N. cryptotenella*
 Fig. 6 *N. cuspidata*
 Fig. 7 *N. decussata*



Lamina 10

- Figure 1 *Navicula erifuga*
 Fig. 2 *N. halophila*
 Fig. 3 *N. cfr. impexa*
 Fig. 4 *N. minuscula*
 Fig. 5-7 *N. sutica*
 Fig. 8 *N. cfr. nivalis*
 Fig. 9 *N. phyllopta*
 Fig. 10-12 *N. pupula*
 Fig. 13 *N. radiosa*

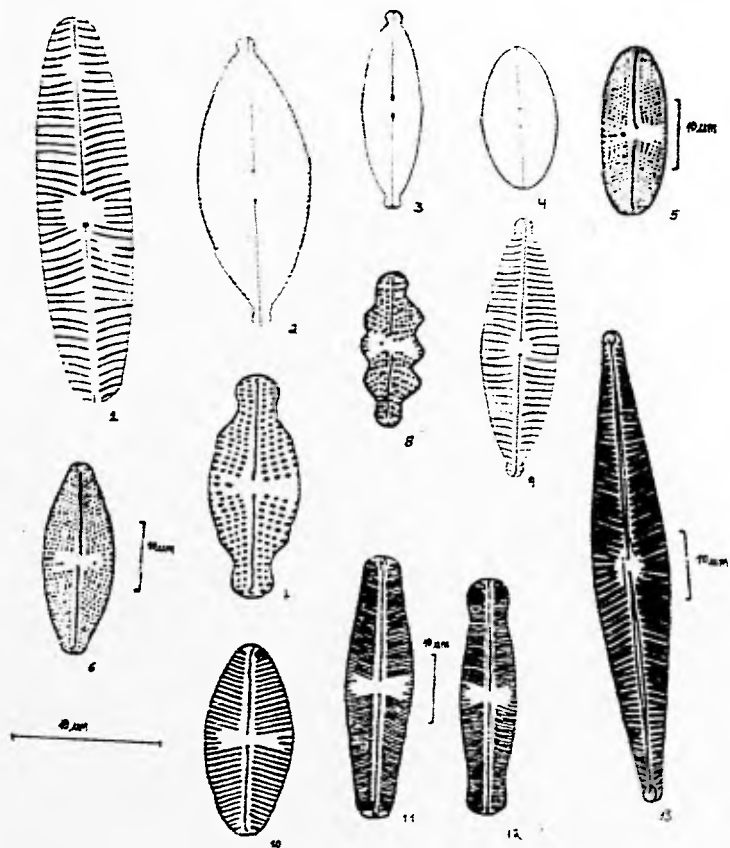
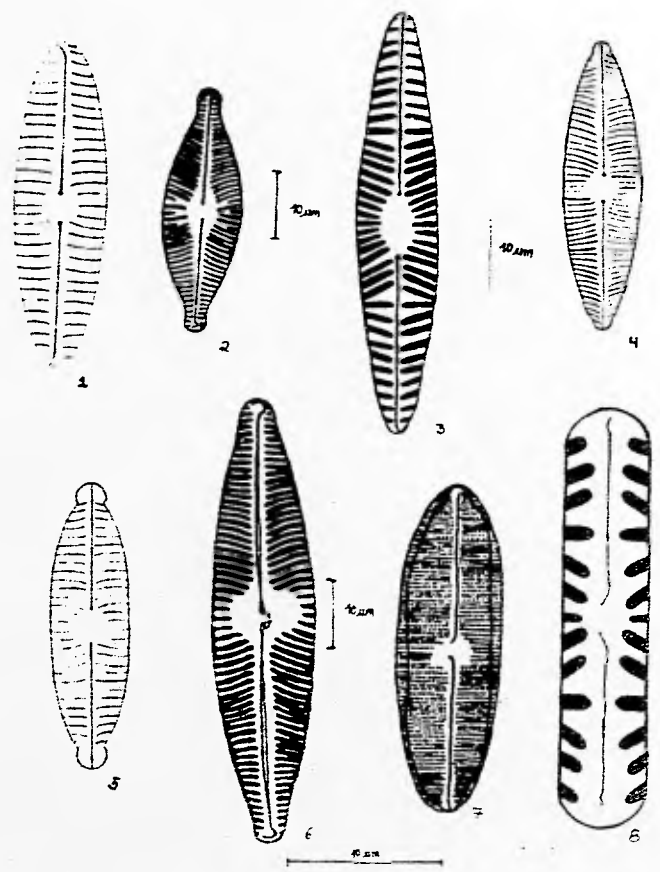
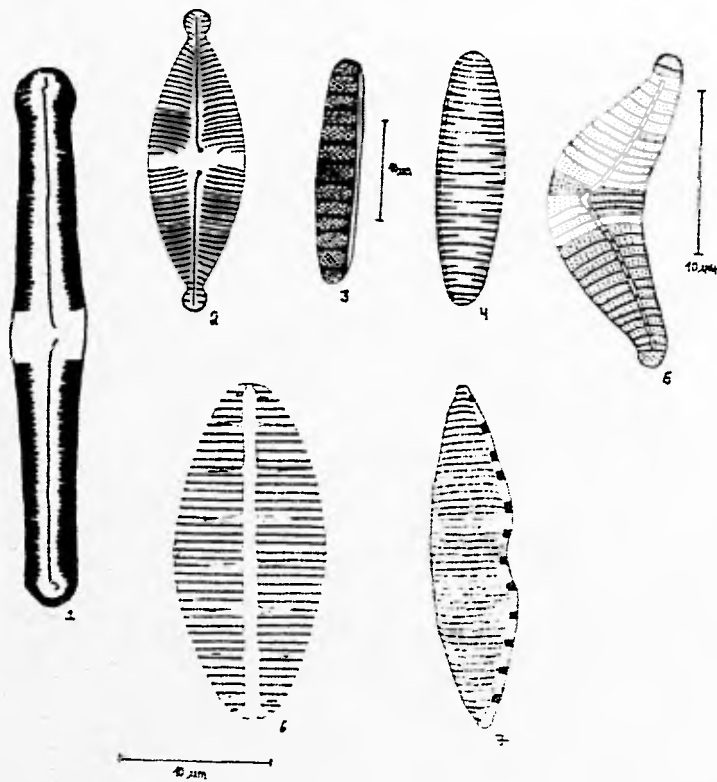


Lámina 11
 Figura 1 *Navicula recens*
 Fig. 2 *N. salinarum*
 Fig. 3 *N. striolata*
 Fig. 4 *N. trivialis*
 Fig. 5 *N. vaneta*
 Fig. 6 *N. viridula*
 Fig. 7 *Neidium asplatum*
 Fig. 8 *Pinnularia borealis*



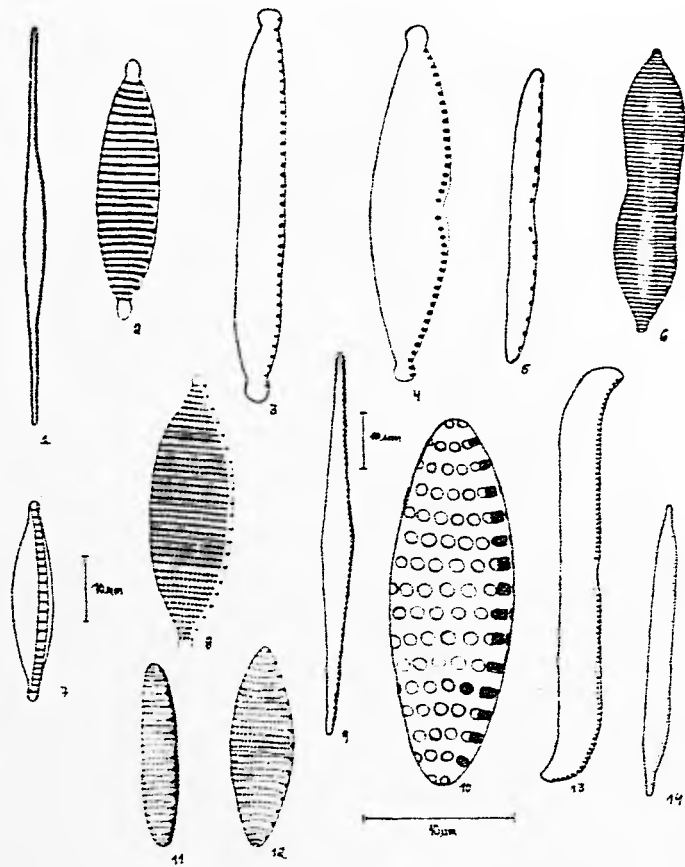
Lamina 12

- Figura 1 *Pinnularia gibba*
 Fig. 2 *Stauroneis anceps*
 Fig. 3 *Denticula elegans*
 Fig. 4 *D. k*ringii*
 Fig. 5 *Epithemia sorax*
 Fig. 6 *Rhopalodia brabissonii*
 Fig. 7 *Santachia amphioxys*



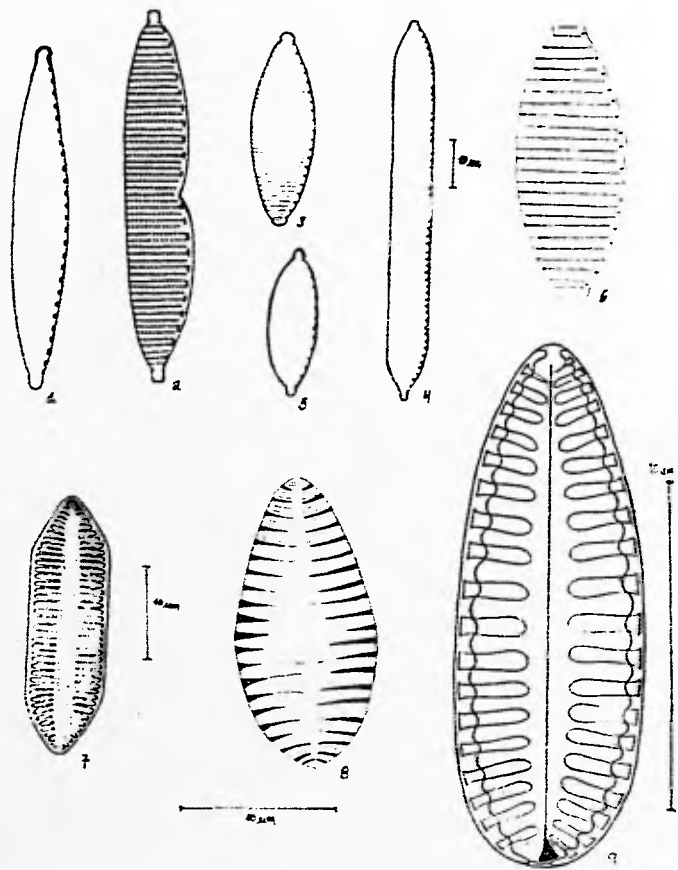
Lamina 13

- Figura 1 *Nitzschia acicularis*
 Fig. 2 *N. amphibia*
 Fig. 3 *N. cfr. archibaldii*
 Fig. 4 *N. capitellata*
 Fig. 5 *N. clausii*
 Fig. 6 *N. constricta*
 Fig. 7 *N. dissipata*
 Fig. 8 *N. crustulum*
 Fig. 9 *N. gracilis*
 Fig. 10 *N. cfr. granulata*
 Fig. 11 *N. inconspicua*
 Fig. 12 *N. cfr. liebetruithii*
 Fig. 13 *N. nana*
 Fig. 14 *N. palea*



Lamina 14

- Figura 1 *Nitzschia paleacea*
 Fig. 2 *N. parvula*
 Fig. 3 *N. pusilla*
 Fig. 4 *N. recta*
 Fig. 5 *N. rosenstockii*
 Fig. 6 *N. umbonata*
 Fig. 7 *Surirella angusta*
 Fig. 8 *S. brehissonii*
 Fig. 9 *S. tenera*



Y a: Olivia, Ietza, Ivette, Mariana, Leyla y Axel. Myrna, Jorge García, Jorge Rangel, Toño Meza, Pilar Meza, Carlos Meza, Jonhatan Woolley, Ana Alba, José Mendivil, Rocío Chapela, Nacho Ajusco, Lula Pérez, Lula Báez, Bertha Hiriart, Guillermo Acevedo, Felipe Tirado, María Larrazolo, Ricardo Tirado, Rocío Miranda y Paty Mar. Teosha, Carlos Gatell, Javier y Martín Olivera, Gaby Alonso, Ricardo Strausz, Adriana Herrera. Verónica Puente, Octavio Páez, Rodrigo Arreola, Rodrigo Bengochea, Antonio Glez., Adrian Reyes, Andrés Valle, Irene Romero, Carlos Titii, Alejandra Vázquez, Francisco Vergara, Valerie, Erika, Rolando, Andres Keiman y Carmen. La "palomilla" de matemáticos (Andrés, Diego, Juan Pablo y Rámses). David Benavides, Zenon Cano, Helena Hilario, Antonio Lazcano y Miguel Angel Palomino. Mónica García, Lorena Carranza, Paty Ponce, Víctor Cobos, Francisco Villegas, Marisol Scheffler, Paty Ponce, Carmen Cano, Arturo Smith, Julio "vampiro" y Gerardo Marrufo. Toto, Janitzio, José, Rosalva, Ceci, Roberto. América, Carlos, Claudia, Dalila, Daniel, Denni, Enrique, Fabian, Gerardo, Ileana, Javier, Javier, Ligia, Michel, Norma, Nacho, Rosi y Tavo.