



00381  
6  
71

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**DIATOMEAS (BACILLARIOPHYCEAE) DE AMBIENTES LÓTICOS  
EN LA CUENCA BAJA DE LA HUASTECA POTOSINA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE**

**DOCTOR EN CIENCIAS  
(BIOLOGIA)**

**P R E S E N T A**

**Enrique Arturo Cantoral Uriza**

**Director de Tesis: Dr. Jorge González González**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1997



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**COMITE DE SINODALES DEL EXAMEN PREDOCTORAL**

**Dr. Luis Alejandro Novelo Retana  
Dra. Margarita Caballero Miranda  
Dr. Sergio R.S. Cevallos Ferriz  
Dra. Tila María Pérez Ortiz  
Dra. Elva Guadalupe Escobar Briones**

**COMITE DE SINODALES DEL EXAMEN DOCTORAL**

**Dr. Samuel Gómez Aguirre  
Dr. Antonio Lot Helgueras  
Dr. Jorge González González  
Dr. Sergio Licea Duran  
Dra. Margarita Caballero Miranda  
Dra. Nora Irene Maidana  
Dr. David U. Hernández Becerril**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Jorge González González, por ser el director del presente estudio, quien con su apoyo permanente e incondicional, me ha permitido aprender y comprender la Biología.

Al Dr. Samuel Gómez Aguirre y Dr. Sergio Licea Duran, por formar parte del comité tutorial, quienes aportaron ideas para estructurar el presente estudio.

A la Dra. Nora Irene Maidana mi agradecimiento y admiración, quien me enseñó el gusto por el estudio de las diatomeas continentales, durante la estancia en la Universidad de Buenos Aires, Argentina, y su posterior estancia en la Facultad de Ciencias, UNAM, que nos permitió entablar un contacto permanente y fundamentalmente una amistad.

Al Dr. Antonio Lot Helgueras, Dra. Margarita Caballero Miranda y Dr. David U. Hernández Becerril, quienes con sus atinados comentarios y sugerencias enriquecieron de manera importante el presente escrito.

Al M. en C. Gustavo Montejano Zurita y M. en C. Javier Carmona Jiménez, con quienes hemos fortalecido un equipo de trabajo. A los compañeros y amigos Dra. Rosa Luz Tavera Sierra, M. en C. Michele Gold Morgan y M. en C. Eberto Novelo Maldonado, quienes como excelentes profesionales de la Biología, me han brindado en todo momento sus conocimientos, apoyo y principalmente su amistad.

A las (os) compañeras (os) Biól. Claudia Ibarra Vázquez, Biól. Dalila Frago Tejas, Biól. Francisco Valadez Cruz y Biól. Marco Antonio Hernández Muñoz, quienes hemos convivido ya sea en la docencia o bien en el trabajo académico cotidiano, desarrollando una importante amistad.

A los compañeros del laboratorio de Fisiología, Deni, Ligia, Hilda, Daniel, Carlos, Norma, por su apoyo y convivencia en el tiempo que tenemos de estar juntos.

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, en su Programa de Formación del Personal Académico, por el apoyo otorgado para el desarrollo de los estudios y tesis de doctorado. A PADEP tesis doctorales, por el apoyo económico de los proyectos con claves (3312, 3326 y 3332), que permitieron llevar a buen término los objetivos planteados en cada etapa de este proceso.

Finalmente dedico este trabajo, que es la culminación de una etapa de formación, y a la vez el inicio de un aprendizaje permanente, que es la ciencia

a la memoria de R.H.C.C.  
a mamá, por su apoyo y ejemplo en toda la vida  
a Beto, Lalo, Lety, Chely, Richard, por ser hermanas, hermanos y principalmente mis amigos que me han apoyado en todo momento. A sus familias, por ser parte de uno.  
a Alma, quien decidió recorrer esta vida mano a mano.

## CONTENIDO

	Pág
Abstract.....	1
Resumen.....	2
<b>Introducción</b> .....	<b>3</b>
Caracteres importantes en diatomeas.....	4
Historia de su clasificación.....	6
Concepto de especie.....	10
Datos históricos.....	10
Especie en diatomeas.....	12
Propuestas para un concepto de especie en algas.....	15
<b>Antecedentes</b> .....	<b>17</b>
Las diatomeas en México.....	17
Las diatomeas en la huasteca potosina.....	17
<b>Objetivos</b> .....	<b>19</b>
<b>Área de estudio</b> .....	<b>20</b>
Ubicación de las localidades de estudio.....	23
Descripción de las localidades de estudio.....	23
<b>Material y método</b> .....	<b>28</b>
Acerca del muestreo.....	30
<b>Resultados</b> .....	<b>33</b>
Descripción de especies.....	37
<b>Orden Centrales</b>	
<b>Suborden Coscinodiscineae</b>	
<b>Familia Thalassiosiraceae Lebour 1930, emend. Hasle 1973</b>	
<i>Cyclotella</i> .....	37
<i>Cyclotella meneghiniana</i> .....	37
<i>Cyclotella pseudostelligera</i> .....	38
<i>Cyclotella quillensis</i> .....	39
<i>Cyclotella stelligera</i> .....	39
<i>Stephanodiscus</i> .....	40
<i>Stephanodiscus</i> sp.....	40

**Familia Melosiraceae Kützing 1844**

<i>Melosira</i> .....	40
<i>Melosira lineata</i> .....	41
<i>Melosira undulata</i> .....	41

**Familia Coscinodiscaceae Kützing 1844**

<i>Actinocyclus</i> .....	42
<i>Actinocyclus normanii</i> .....	42

**Suborden Rhizosoleniineae**

**Familia Biddulphiaceae Kützing 1844**

<i>Pleurosira</i> .....	42
<i>Pleurosira laevis</i> .....	43
<i>Terpsinoe</i> .....	43
<i>Terpsinoe musica</i> .....	44

**Orden Pennales**

**Suborden Araphidineae**

**Familia Diatomaceae Dumortier 1822**

<i>Fragilaria</i> .....	44
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i> .....	45
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>radians</i> .....	45
<i>Fragilaria construens</i> .....	46
<i>Synedra</i> .....	46
<i>Synedra goulardi</i> .....	46
<i>Synedra ulna</i> var. <i>ulna</i> .....	47
<i>Synedra ulna</i> var. <i>amphirhynchus</i> .....	48
<i>Synedra ulna</i> var. <i>biceps</i> .....	49
<i>Synedra ulna</i> var. <i>danica</i> .....	50
<i>Synedra ulna</i> var. <i>subaequalis</i> .....	50

**Suborden Raphidineae**

**Familia Eunotiaceae Kützing 1844**

<i>Eunotia</i> .....	51
<i>Eunotia minor</i> .....	51
<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>bidens</i> .....	52

**Familia Achnantheae Kützing 1844**

<i>Achnanthes</i> .....	52
<i>Achnanthes biasoletiana</i> .....	53
<i>Achnanthes inflata</i> var. <i>inflata</i> .....	53
<i>Achnanthes inflata</i> var. <i>elata</i> .....	54
<i>Achnanthes minutissima</i> .....	55
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>pseudotuscula</i> .....	55
<i>Achnanthes wolterecki</i> .....	56

<i>Cocconeis</i> .....	56
<i>Cocconeis pediculus</i> .....	57
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i> .....	58
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> .....	59
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> .....	60

**Familia Naviculaceae Kützing 1844**

<i>Amphipleura</i> .....	61
<i>Amphipleura lindheimeri</i> .....	61
<i>Amphipleura pellucida</i> .....	61
<i>Amphora</i> .....	62
<i>Amphora copulata</i> .....	62
<i>Amphora ovalis</i> .....	63
<i>Amphora pediculus</i> .....	64
<i>Anomoeoneis</i> .....	65
<i>Anomoeoneis vitrea</i> .....	65
<i>Berkella</i> .....	66
<i>Berkella linearis</i> .....	66
<i>Caloneis</i> .....	67
<i>Caloneis bacillum</i> .....	67
<i>Caloneis silicula</i> var. <i>elliptica</i> .....	68
<i>Caloneis ventricosa</i> .....	68
<i>Capartogramma</i> .....	69
<i>Capartogramma crucicula</i> .....	69
<i>Cymbella</i> .....	70
<i>Cymbella affinis</i> .....	70
<i>Cymbella cymbiformis</i> .....	71
<i>Cymbella delicatula</i> var. <i>delicatula</i> .....	72
<i>Cymbella gracilis</i> .....	73
<i>Cymbella hustedtii</i> .....	74
<i>Cymbella laevis</i> .....	75
<i>Cymbella mesiana</i> .....	75
<i>Cymbella mexicana</i> .....	76
<i>Cymbella microcephala</i> .....	77
<i>Cymbella minuta</i> var. <i>minuta</i> .....	78
<i>Cymbella muellerii</i> .....	79
<i>Cymbella naviculiformis</i> .....	79
<i>Cymbella prostrata</i> .....	80
<i>Cymbella prostrata</i> var. <i>auerswaldii</i> .....	81
<i>Cymbella silesiaca</i> .....	82
<i>Cymbella tumida</i> .....	83
<i>Cymbella tumidula</i> .....	84

<i>Diploneis</i> .....	84
<i>Diploneis elliptica</i> .....	84
<i>Diploneis marginestriata</i> .....	85
<i>Diploneis oblongella</i> .....	86
<i>Diploneis ovalis</i> .....	87
<i>Diploneis subovalis</i> .....	87
<i>Gomphonema</i> .....	88
<i>Gomphonema affine</i> .....	88
<i>Gomphonema angustum</i> .....	89
<i>Gomphonema brasiliense</i> var. <i>brasiliense</i> .....	90
<i>Gomphonema gracile</i> .....	90
<i>Gomphonema grovei</i> var. <i>lingulatum</i> .....	91
<i>Gomphonema grunowii</i> .....	92
<i>Gomphonema intricatum</i> var. <i>vibrio</i> .....	92
<i>Gomphonema parvulum</i> .....	93
<i>Gomphonema pseudoaugur</i> .....	94
<i>Gomphonema truncatum</i> .....	94
<i>Gyrosigma</i> .....	95
<i>Gyrosigma acuminatum</i> .....	95
<i>Gyrosigma nodiferum</i> .....	96
<i>Gyrosigma scalproides</i> .....	97
<i>Gyrosigma spencerii</i> .....	97
<i>Mastogloia</i> .....	98
<i>Mastogloia elliptica</i> .....	98
<i>Mastogloia smithii</i> .....	99
<i>Mastogloia smithii</i> var. <i>lacustris</i> .....	100
<i>Navicula</i> .....	101
<i>Navicula capitata</i> var. <i>hungarica</i> .....	101
<i>Navicula capitatoradiata</i> .....	101
<i>Navicula charlatii</i> .....	102
<i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>cryptocephala</i> .....	103
<i>Navicula cryptotenella</i> .....	104
<i>Navicula cuspidata</i> var. <i>cuspidata</i> .....	104
<i>Navicula goeppertiana</i> .....	105
<i>Navicula pseudotuscula</i> .....	106
<i>Navicula radiosa</i> var. <i>radiosa</i> .....	106
<i>Navicula rutneri</i> var. <i>chilensis</i> .....	107
<i>Navicula schroeterii</i> var. <i>schroeterii</i> .....	108
<i>Navicula subtilissima</i> .....	108
<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i> .....	109
<i>Neidium</i> .....	110
<i>Neidium affine</i> var. <i>amphirhynchus</i> .....	110
<i>Pinnularia</i> .....	111
<i>Pinnularia interrupta</i> .....	111
<i>Pinnularia viridis</i> .....	112

<i>Stauroneis</i> .....	112
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> .....	113
<b>Familia Epithemiaceae Grunow 1860</b>	
<i>Epithemia</i> .....	114
<i>Epithemia adnata</i> .....	114
<i>Epithemia argus</i> .....	115
<i>Rhopalodia</i> .....	115
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>gibba</i> .....	116
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i> .....	117
<b>Familia Nitzchiaceae Grunow 1860</b>	
<i>Denticula</i> .....	118
<i>Denticula elegans</i> .....	118
<i>Denticula kuetzingii</i> .....	118
<i>Denticula tenuis</i> .....	119
<i>Denticula valida</i> .....	120
<i>Nitzschia</i> .....	120
<i>Nitzschia amphibia</i> .....	120
<i>Nitzschia angustata</i> .....	121
<i>Nitzschia clausii</i> .....	122
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>dissipata</i> .....	123
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i> .....	123
<i>Nitzschia grunowii</i> .....	124
<i>Nitzschia hantzschiana</i> .....	124
<i>Nitzschia intermedia</i> .....	125
<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>salinarum</i> .....	126
<i>Nitzschia linearis</i> .....	126
<i>Nitzschia palea</i> .....	127
<i>Nitzschia sinuata</i> .....	127
<b>Familia Surirellaceae Kützing 1844</b>	
<i>Campylodiscus</i> .....	128
<i>Campylodiscus hibernicus</i> .....	128
<i>Cymatopleura</i> .....	129
<i>Cymatopleura elliptica</i> .....	129
<i>Surirella</i> .....	130
<i>Surirella acuminata</i> .....	130
<i>Surirella bifrons</i> .....	130
<i>Surirella constricta</i> .....	131
<i>Surirella linearis</i> .....	132
<i>Surirella linearis</i> var. <i>helvetica</i> .....	132
<i>Surirella ovalis</i> .....	133
<i>Surirella robusta</i> .....	134
<i>Surirella tenera</i> .....	134

<b>Discusión</b> .....	<b>145</b>
<b>Conclusiones y Perspectivas</b> .....	<b>150</b>
<b>Literatura citada</b> .....	<b>152</b>
<b>Apéndice 1. Caracteres importantes para la determinación de especies en los géneros registrados</b> .....	<b>165</b>
<b>Apéndice 2. Metodologías</b> .....	<b>175</b>
<b>Apéndice 3. Láminas y figuras</b> .....	<b>180</b>

## **FIGURAS, CUADROS Y TABLAS**

### **FIGURAS**

<b>Figura 1. Ubicación de las localidades de estudio</b> .....	<b>22</b>
<b>Figura 2. Especies coincidentes de la huasteca con las variables de la literatura</b> .....	<b>34</b>
<b>Figura 3. Especies indicadoras de las variables ambientales en la huasteca</b> .....	<b>144</b>

### **CUADROS**

<b>Cuadro 1. Ubicación de las localidades de estudio</b> .....	<b>27</b>
<b>Cuadro 2. Datos ambientales de las localidades de estudio</b> .....	<b>28</b>
<b>Cuadro 3. Variables ambientales reunidas por Lowe (1974)</b> .....	<b>31</b>

### **TABLAS**

<b>Tabla 1. Diatomeas presentes en la huasteca potosina</b> .....	<b>35</b>
<b>Tabla 2. Distribución de especies en la huasteca potosina, México y el mundo</b> .....	<b>136</b>
<b>Tabla 3. Variables ambientales registradas por la literatura para las especies de estudio</b> .....	<b>139</b>

**DIATOMS (BACILLARIOPHYCEAE) OF LOTIC HABITATS IN THE BASIN LOW OF  
THE HUASTECA POTOSINA**  
DOCTORAL DISSERTATION  
Enrique Arturo Cantoral Uriza

**ABSTRACT**

The present dissertation is part of the program "Phycological flora of Mexico", and specifically of the project "Phycological flora of the huasteca potosina". From the onset, - 20 years ago in the Phycology Laboratory in the Science Faculty, UNAM - the main objective was the generation of floristic information about the algae in Mexico, seaweeds as well as freshwater, giving priority to their taxonomy, ecology and distribution. Diatoms (Bacillariophyceae) were observed to be a very diverse and widely distributed group in the rivers of the huasteca and was therefore considered relevant for a floristic integration emphasizing taxonomic aspects and including ecological and distributional information.

One hundred and twenty eight taxa of diatoms were identified belonging to 33 genera in 15 localities and 8 principal rivers and main tributary. A description, photographs and drawings were made for each species and as well as taxonomic and distribution notes plus the readings for the following ecological parameters: current velocity, temperature, light intensity, pH, conductivity, dissolved oxygen and calcium. Groups of species are presented which serve as biological indicators of, for example, waters with low content of organic matter, polluted waters, hard waters, etc.

Finally, 3 appendixes are added: 1) diagnostic features for species identification; 2) methods used for the study of continental diatoms; and 3) the plates and figures.

## RESUMEN

El presente estudio forma parte del programa *Flora ficológica de México*, y en particular del proyecto *Flora ficológica de la huasteca potosina*. En ambos, la intención inicial ha sido desde hace alrededor de 20 años en el laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias, UNAM, generar información florística para el conocimiento de las algas presentes en México, tanto marinas como continentales o de agua dulce, con énfasis en aspectos taxonómicos, ecológicos y de distribución. El planteamiento de este estudio sobre diatomeas (Bacillariophyceae) en los ríos de la huasteca, tiene como antecedente diversos estudios florísticos hechos en la región, donde se observó que son un grupo algal con una amplia diversidad y distribución en todos los cuerpos de agua de la cuenca, por lo que se seleccionó para el presente proyecto con la intención de generar información del grupo y realizar una integración ficoflorística con énfasis en la taxonomía de las especies presentes en varios afluentes en la cuenca baja de la huasteca potosina, acompañada en buena medida de información ecológica y de distribución con el fin de enriquecer el conocimiento de este grupo biológico para México.

Se identificaron 128 taxa de diatomeas que corresponden a 33 géneros, en 15 localidades de 8 afluentes en la zona de estudio. Se presentan las descripciones para cada especie acompañadas de fotografías o dibujos para ilustrarlas, así como notas taxonómicas, ecológicas y de distribución.

Este estudio integra y relaciona información taxonómica, ecológica y biogeográfica de las diatomeas presentes en diferentes ríos, tanto afluentes primarios como colectores principales en la región de la huasteca potosina. Se mencionan las condiciones ambientales en las que se presentan las especies de diatomeas como son: velocidad de corriente, iluminación, pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y calcio. Se presentan grupos de especies que caracterizan un cierto conjunto de condiciones ambientales en los ríos y funcionan como indicadores biológicos, por ejemplo, aguas con poca materia orgánica, aguas contaminadas, aguas circumneutrales, aguas duras, entre otras.

Para redondear la información, se presentan algunos apéndices que tratan sobre diferentes aspectos de este grupo, como son: caracteres específicos para la determinación taxonómica (apéndice 1); metodologías utilizadas para el estudio de las diatomeas continentales (apéndice 2) y láminas y figuras (apéndice 3).

## INTRODUCCION

El término "diatomeaceen" fue utilizado por primera vez por O.F. Müller en 1786, en su trabajo sobre "infusorios", posteriormente hacia 1817, Nitzsch dió el nombre "Bacillariae" y algunos años después C.A. Agardh en 1824, utilizó "diatoms" para referirse a estos organismos. Más tarde algunos autores utilizaban el término "Diatoms" (Grunow, Smith) mientras que Kützing, Pfitzer lo utilizaban como sinónimos (Werner, 1977).

Dentro del grupo, según el autor que se considere, existen diferentes propuestas en su ubicación taxonomica, por ejemplo, Bold & Wynne (1978) que es un trabajo sobre algas en general, considera seis clases de la División Chromophyta, entre estas se encuentran las Bacillariophyceae que corresponden a las diatomeas, mientras que Hoek, Mann & Jahns (1995), las consideran dentro de la División Heterokontophyta, como Clase Bacillariophyceae con dos ordenes, Centrales y Pennales, formados en base a la estructura de la pared celular.

Es una clase diversa, alrededor de 250 géneros con aproximadamente 100,000 especies; es uno de los grupos más importantes del medio marino y de ambientes continentales por su participación en la productividad primaria, siendo la producción primaria total de  $1.4 \times 10^{14}$  kg por año de peso seco, del cual las diatomeas proporcionan del 20 al 25% de la productividad primaria neta en el mar y 15-20% por otras algas (Hoek, Mann & Jahns, *op. cit.*). Para la diversidad algal en aguas continentales, las diatomeas son de los grupos más importantes.

El aspecto más característico de las diatomeas es su pared celular o frústulo, que consta de dos mitades o valvas, llamadas epiteca e hipoteca. El frústulo se encuentra fuera del plasmalema y consta de una forma hidratada de dióxido de silicio y de material orgánico parecido a pectina, por lo que se les denomina diatopectinas. Son células eucariontes unicelulares, pigmentadas y fotosintéticas, aunque algunas especies pueden sobrevivir en la oscuridad con el suplemento de materia orgánica. Menos de 10 especies (todas ellas pertenecen a los géneros *Nitzschia* o *Hantzschia*) son heterótrofas obligadas e incoloras (apocloróticas).

En relación a su distribución son un grupo cosmopolita, con amplios gradientes ambientales en general, como lo son todos los tipos de agua excepto las más calientes y las hipersalinas y difícilmente una muestra de agua no contiene algunas células. Las diatomeas se expresan como formas de vida pláncnicos, epifitos, bénticos, perifíticos, entre otras.

Se tienen registros de diatomeas Centrales marinas que datan del Cretácico ( $120 \times 10^6$  años), y las Pennales aparecen a finales del Cretácico ( $70 \times 10^6$  años). Las diatomeas continentales datan del terciario ( $60 \times 10^6$  años) representadas por especies del Orden Pennales.

### Caracteres importantes en diatomeas

En general el protoplasto de las diatomeas contiene el mismo tipo de organelos que los de otros grupos de algas eucariontes. Su rasgo diferencial es la pared celular, muy especializada y casi siempre altamente impregnada con sílice ( $\text{Si}_2\text{O} \cdot \text{nH}_2\text{O}$ ) llegando a representar el 60% del peso seco en algunas especies. Se ha determinado que la captación de sílice y su deposición involucran menos gasto de energía que la formación de paredes orgánicas equivalentes.

El color generalmente marrón de los plastos se debe principalmente a los pigmentos carotenoides  $\beta$ -caroteno, diatoxantina, diadinoxantina y fucoxantina (Goodwin, 1974 *In*: Round, Crawford & Mann, 1990) que enmascaran el color de las clorofilas a, c2 y c1 o c3 (Stauber & Jeffrey, 1988 *In*: Round, Crawford & Mann, *op. cit.*). Como sustancias de reserva comúnmente presentan crisolaminarina ( $\beta$  1-3 glucano), junto con otros carbohidratos y además, volutina o polifosfato.

Este último, se encuentra en forma conspicua en algunas especies Pennales con rafe de manera que el número y posición de los cuerpos de acumulación puede ser usado para distinguir taxones. Los más estudiados entre los productos de reserva son los lípidos. La composición de los ácidos grasos es diferente de las de algas verdes y plantas superiores, notablemente por la ausencia, en muchas especies, de ácido linoléico. Predominan los lípidos polares (44 a 88% de los lípidos totales) incluyendo fosfolípidos y glicolípidos. Los lípidos neutros (12 al 57% de los lípidos totales) están representados por triglicéridos, ácidos grasos libres, esteroides e hidrocarburos.

El núcleo está generalmente rodeado por una capa de dictiosomas (con una única excepción conocida) y se encuentra suspendido en el centro de la célula por un puente del protoplasto, las mitocondrias pueden ubicarse ya sea periféricamente o distribuidas por todo el protoplasto y los plastos se ubican en la periferia. El resto de la célula está ocupada por vacuolas de diferentes formas.

Los plastos están conectados entre sí y con el núcleo formando una unidad. Esta interconexión explicaría los movimientos sincrónicos durante la división y la migración nuclear. La forma y número de los plastos varía mucho, pero se mantiene constante dentro de los grupos naturales. En las céntricas son generalmente discoides, ubicados en la periferia o en las bandas del citoplasma que radian desde el núcleo cuando éste es central, o en ambas posiciones. En las pennadas, generalmente hay pocos plastos (a veces sólo uno) pero puede haber muchos y pequeños, como en el caso de algunas Pennales sin rafe o algunas especies de *Nitzschia*. La forma, posición y comportamiento durante el ciclo celular promete ser de gran importancia sistemática Round, Crawford & Mann (*op. cit.*).

La pared celular de las diatomeas es multipartita, es decir, consiste de dos unidades grandes e intrincadamente esculpidas denominadas valvas, junto con varias estructuras de unión, más delgadas, llamadas elementos cingulares o cinturas. Cada valva se encuentra cubriendo la

célula y los elementos cingulares rodean la región que queda entre ellas. El conjunto de estos elementos (a veces de hasta 50 unidades) recibe el nombre de frústulo y está tan densamente unido que el pasaje de sustancias a través de la pared debe ocurrir vía poros o ranuras en esos mismos componentes. Cada frústulo tiene una valva nueva formada justo después de la última división celular (hipovalva) y una valva más vieja (epivalva) que puede tener más de un ciclo de división celular de edad, esto provoca que usualmente decline el tamaño, el cual se recupera vía una auxospora asociada a la reproducción sexual. Los elementos cingulares también difieren en edad ya que una serie de elementos (epicingulo) está asociado a la valva vieja y el otro (hipocingulo) a la nueva. Recientemente se ha publicado una revisión sobre la morfogénesis y función de las paredes celulares y sus implicaciones para la taxonomía (Schmid, 1994).

Algunos caracteres taxonómicos más, que son importantes para el conocimiento del grupo son los siguientes: las estrias son estructuras lineales de la pared celular formadas por perforaciones alineadas; las areolas son perforaciones variadas, con una disposición regular en las valvas, en su cara interna o externa pueden estar parcialmente ocluidas por un velo; el velo es una capa silícea delgada y perforada; las costillas se forman por un espesamiento lineal de la pared celular; el estigma es una perforación en la región del nódulo central; el nódulo central es un espesamiento interno de la valva que interrumpe el rafe en el centro (nódulo central, y en los extremos nódulo terminal o polar); el estauro es el nódulo central expandido lateralmente hasta los márgenes de la valva; el rafe es una hendidura longitudinal de la valva, generalmente coincide con el eje apical, que comunica la cavidad del frústulo con el exterior, su ubicación es mediana o marginal, en algunos grupos forma parte de un canal rafidiano; el pseudorafe o sternum es un término que se utiliza para designar el área hialina longitudinal, que es más o menos central e interrumpe la ornamentación de la valva; las fibulas son estructuras silíceas que forman un puente que une internamente los lados del rafe; la carina es un pliegue de la valva que lleva el rafe; el canal rafidiano es un conducto silíceo tubular que se comunica con el exterior por medio del rafe y con la cavidad del frústulo a través de pórtulas; los procesos labiados conocidos como *rimopórtulas* son unos tubos que pueden o no emerger de la valva, cuya porción interna está achatada formando una ranura a menudo bordeada por dos labios; los procesos reforzados conocidos también como *fultopórtulas*, son tubos rodeados por 2 a 5 poros denominados "satélite"; los ocelos se forman por un espesamiento lenticular de la valva, atravesado por paquetes de perforaciones (Ross, *et al.*, 1979; Vigna y Maidana, 1992).

Estas estructuras se distinguen con microscopía de luz; actualmente se utiliza considerablemente la microscopía electrónica de barrido (MEB), donde pueden observarse de mejor manera estos caracteres. Algunos otros caracteres importantes para la determinación específica se mencionan en el apéndice 1.

### Historia de su clasificación

Los primeros sistemas de clasificación, como los de Agardh, Kützing, estaban basados en la forma de crecimiento, características generales y forma de los frústulos. Hacia 1871, Ralfs utiliza características de la línea media longitudinal y los nódulos para definir categorías superiores, al mismo tiempo en 1860-1861 Grunow desarrolla un sistema basado en las características del rafe (Patrick & Reimer, 1966; Werner, 1977; Maidana, 1985).

La clasificación propuesta por Pfitzer en 1871 toma en cuenta los tipos de plastos, es modificada hacia 1877 por Petit, y es la siguiente:

- I. Coccochromaticae; numerosos plastos, discoides.
  - la; valvas con estructura céntrica.
  - Ib; valvas con simetría bilateral.
- II. Placochromaticae; uno o dos plastos grandes, laminares.

Posteriormente, hacia 1872 H.L. Smith In: Kociolek, Theriot & Williams (1989), consideró que las diatomeas pertenecían a un sólo orden, Diatomaceae que estaba dividido en tres tribus, en función de la forma de la valva y la presencia o ausencia del rafe, quedando como sigue:

- A. Raphidiaeae; con rafe verdadero, forma bacilar, a veces anchamente oval.
- B. Pseudoraphidiaeae; con pseudorafe, forma bacilar, anchamente oval o suborbicular.
- C. Cryptoraphidiaeae; sin rafe ni pseudorafe, forma circular, suborbicular o angular, raramente elíptica o bacilar.

En 1877 Petit y en 1880-1881 Heurck amplían los dos sistemas previos. Schütt en 1896, divide la familia Bacillariophyceae en dos divisiones con sus respectivas subdivisiones Centricae: Discoideae, Solenoideae, Biddulphioideae, Rutilarioideae, Fragilarioideae, Achnanthoideae; Pennatae: Naviculoideae y Surirelloideae.

A principios del siglo XX, en 1903 Mereschkowsky utiliza el tipo de auxosporas, obteniendo lo siguiente: Móviles: Raphideae, Carinatae; Inmóviles: Archaideae, Anaraphideae y Bacilloideae.

Para 1910, Østrup realiza una modificación a la clasificación de Schütt (1896), donde divide las Pennatae en:

- A. Raphideae
  - Euraphideae
    - Diraphideae (*Navicula*, *Pinnularia*)
    - Monoraphideae (*Achnanthes*, *Cocconeis*)
  - Kalyptoraphideae
    - Brachyraphideae (*Eunotia*)
    - Gonyoraphideae (*Epithemia*)
    - Tropidoraphideae (*Rhopalodia*, *Hantzschia*, *Nitzschia*)
    - Eschatoraphideae (*Cymatopleura*, *Surirella*, *Campylodiscus*)
- B. Araphideae

Karsten en 1928, considera a las Bacillariophyta como la categoría superior, con dos subgrupos: centrales y pennales. En el mismo año, Heiden & Kolbe (In: Werner, 1977) los denominaron radiales y bilaterales (de aquí el mal uso actual para denominar diatomeas centrales y bilaterales, en términos de la simetría). Su agrupación es la siguiente:

Centrales	Eucyclicae
	Discaceae
	Soleniaceae
	Hemicyclicae
	Biddulphiaceae
	Rutilariceae
Pennales	Araphideae
	Fragilariaceae
	Raphidioideae
	Eunotiaceae
	Monoraphiceae
	Achnanthaceae
	Biraphideae
	Naviculaceae
	Epithemiaceae
	Nitzschiaceae

Para 1930, Hustedt modifica el sistema previo, proponiendo el siguiente: Bacillariophyta, Diatomae, Centrales, Discineae, Solenionae, Biddulphineae y Pennales (con las mismas subdivisiones que Karsten, 1928).

Hacia 1937, Hendeý consideró a las diatomeas como una clase con un sólo orden Bacillariales y con los siguientes subordenes: Discineae, Aulacodiscineae, Auliscineae, Biddulphiineae, Soleneneae, Araphidineae, Raphidioidineae, Monoraphidineae, Biraphidineae y Surirellaceae.

La siguiente modificación fue hecha por Cleve-Euler en 1952, donde modifica la clasificación de Østrup (1910), considerando a las Brachyraphideae como un grupo al mismo nivel que las Eu y Kalyptrophideae. En 1962, Silva propone un sistema de clasificación apoyado en las reglas internacionales de nomenclatura Botánica, quedando de la siguiente manera: Bacillariophyta, Centrobacillariophycidae, Eupodiscales, Rhizosoleniales, Biddulphiales; Pennatobacillariophycidae, Fragilariales, Eunotiales, Achnanthales, Naviculales, Phaeodactylales y Surirellales.

Hendeý en 1964, hace algunas modificaciones al sistema que propuso en 1937, quedando de la siguiente forma: Chrysophyta, Bacillariophyceae, Bacillarilae, Coscinodiscineae, Aulacodiscineae, Auliscineae, Biddulphineae, Rhizosoleniineae, Fragilariineae, Eunotiineae, Achnanthineae, Naviculineae y Surirellineae.

La siguiente agrupación es una combinación entre la de Silva 1962 y Hendeý 1964, que realizan Patrick & Reimer en 1966: Bacillariophyta, Bacillariophyceae, Fragilariales, Eunotiales,

**Achnanthes, Naviculales, Bacillariales, Surirellales, Eupodiscales, Rhizosoleniales y Biddulphiiales.**

Para 1968, Bourrelly realiza algunas modificaciones a la clasificación de Hustedt en 1930, haciendo adaptaciones a las reglas internacionales de nomenclatura Botánica, quedando de la siguiente forma: Chromophyta, Diatomophyceae, Centrophycidae, Coscinodiscales, Rhizosoleniales, Biddulphiiales; Pennatophycidae, Diatomales, Eunotiales, Achnanthes y Naviculales.

Hacia 1972, Simonsen propone una clasificación intentando ser natural, para las diatomeas céntricas, que discuten diferentes autores, llegando a la propuesta final en 1979, donde las diatomeas son consideradas una clase (Bacillariophyceae) con dos ordenes (centrales y pennales), donde indica que el tipo de reproducción y la simetría son razones suficientes para explicar la separación. Este sistema es el utilizado en el presente estudio, su clasificación es la siguiente:

**Bacillariophyceae**

**Centrales**

Coscinodiscineae

Rhizosoleniineae

Biddulphiineae

**Pennales**

Araphidineae

Raphidineae

Actualmente existe la propuesta de clasificación hecha por Round, Crawford & Mann (1990), a grandes rasgos proponen el uso de la División Bacillariophyta, con el grupo de las diatomeas céntricas, las arrafidales y rafidales. Proponen el uso de diversos taxa nuevos a todos los niveles. En las centrales se hicieron cambios, principalmente, a nivel de familias, por ejemplo se incluye Cymatosiraceae (Hasle, Stosch & Syvertsen, 1983 In: Round, Crawford & Mann, *op. cit*) donde forman un grupo muy distintivo por los caracteres del frústulo. Para el grupo de las arrafidales, en las series centricas la estructura valvar es muy simple, y en la serie rafidales los plastos y sus arreglos tienen pocas características distinguibles; además las valvas tienden a ser pequeñas y lineares, por lo que estos caracteres no son fáciles de discernir, especialmente en microscopía de luz. En base a esta información, y donde se conocen aspectos de la biología del grupo, se han hecho cambios en su ubicación taxonómica.

El grupo de las rafidales, ha tenido una intensidad mayor de estudio respecto a los otros. Se hicieron cambios importantes en la incorporación de nuevos géneros como *Aneumastus* D.G. Mann & A.J. Strickle, *Luticola* D.G. Mann, *Petrodictyon* D.G. Mann, *Petroneis* A.J. Strickle & D.G. Mann, *Psammodictyon* D.G. Mann, *Scotioneis* D.G. Mann, *Seminavis* D.G. Mann, la adopción de géneros descritos recientemente como *Gomphonemopsis* L. Medlin in Medlin & F.E. Round, *Pseudogomphonema* L. Medlin, o de la revisión de generos antiguos como *Berkeleya* R.K. Greville y *Placoneis* C. Mereschkowsky, y el abandono de algunos géneros que parecen ser superfluos. Uno de los mayores cambios hechos a este grupo, es que no reconocen los géneros monorafidales como un grupo especial.

Esta propuesta aún se encuentra en discusión, por lo que si siguiera este esquema, habría que realizar tantas transferencias y combinaciones que exceden el objetivo de este trabajo y ante esta situación prefiero emplear el sistema de Simonsen (1979).

Recapitulando, la sistemática de diatomeas se basa enteramente en datos fenéticos, virtualmente confinados a la estructura y forma de las partes silificadas, especialmente la valva. Se han incorporado, cuando se tienen, los criterios de agrupación por la información generada del protoplasto, arreglo de la estructura de plastos, su división, y el cómo son los movimientos del núcleo durante el ciclo celular; también se ha incorporado información de observaciones sobre reproducción sexual, sólo una fracción de esta información puede ser incorporada a las descripciones genéricas, y desafortunadamente existe un mayor desconocimiento. Mencionan que es esencial para el conocimiento de las diatomeas con rafe, aparte de las características del frústulo, poner atención en el estudio del protoplasto y los aspectos de comportamiento reproductivo como fuente de información taxonómica (Round, Crawford & Mann, *op. cit.*).

Como se puede observar, a lo largo del tiempo han existido diferentes propuestas de agrupación de la diversidad de diatomeas, donde existe una ponderación diferencial de los criterios y los caracteres a considerar, y paralelamente existe un aumento en el conocimiento del grupo gracias a diferentes herramientas, como por ejemplo, el microscopio electrónico y las diferentes técnicas ultraestructurales, que han modificado los sistemas de clasificación e intentando ser consecuentes con su historia evolutiva. Actualmente en la propuesta de Round, Crawford & Mann *op. cit.*, el uso del microscopio electrónico de barrido (MEB) es fundamental para el estudio de las diatomeas.

## Concepto de especie

El término especie, se utiliza tanto para un taxón, como para una categoría (Minelli, 1993). Al taxón se le ha dado un rango en una categoría jerárquica; podemos hablar de taxa naturales, como aquéllos que existen independientemente de que seamos conscientes de ello. La categoría es arbitraria, aquí las especies son comúnmente identificadas como la unidad básica en la jerarquía Linneana, nosotros como sujetos cognoscentes la realizamos, mientras que el taxón natural se refiere a un grupo de organismos al que se le ha dado un nombre propio, distintivo, que involucra a entidades reales. Una de las primeras cuestiones en el llamado problema de la especie, tiene que ver con su delimitación, esto es, si es utilizado como un concepto o como una categoría. Cuando hablamos del concepto de especie, realmente nos referimos a una categoría; el paso de una categoría a una noción, entendida a ésta en términos de cómo concebimos, y viceversa, sólo es a través de un concepto.

## Datos históricos

A lo largo del desarrollo del conocimiento biológico han existido diferentes concepciones de especie, para los griegos, como Aristóteles (384-322 a.C.), su intención era buscar la esencia de los grupos; para Linneo, en su *Systema Naturae* (1707), los organismos presentaban características esenciales, y éstas estaban dadas por un dios (Valencia, 1991). Con el desarrollo de la teoría evolutiva la diversidad pudo ser interpretada como un proceso histórico real, la intención fue entonces, la reconstrucción de la historia. En este último planteamiento, la comparación de los organismos es la base empírica para la interpretación de la diversidad, se parte del hecho de una reproducción ancestro-descendiente, porque lo que nos interesa, es conocer las características esenciales, que deben ser congruentes con el proceso histórico.

Han existido diferentes personajes que aportaron algo a este concepto, así tenemos a Averroes, que en 1562-1574 In: Papavero, Llorente-Bousquets y Bueno-Hernández (1994), mencionó que la especie tiene dos significados: el primero, la forma de las cosas; y el segundo, lo que se sitúa bajo su género (en términos lógicos). Posteriormente, Andrea Cesalpino, botánico de la época renacentista en su obra *De Plantis* (1583:26), publica por vez primera, un criterio para el reconocimiento de una especie biológica, esto es, la continuidad de la forma en el tiempo a través de la reproducción. Las especies biológicas se caracterizan por el hecho de mantener, hasta cierto punto, una determinada forma en el tiempo a través de la reproducción. Es William Harvey quien en 1651, extiende el concepto propuesto por Cesalpino hacia los animales; discute la relación entre los dos significados básicos de especie, "entidad real", "entidad de la mente", sostiene que la forma en lo particular (idea), es epistemológicamente de mayor certidumbre y mejor conocida que el eidos, o universal en el pensamiento, por otro lado, la forma materializada (idea) permanece como la forma real en la cosa.

Hacia 1674, el clérigo John Ray (Madrid, 1990) en su escrito *Historia Plantarum* (1686-1704), menciona que el criterio es la perpetuación de los caracteres esenciales a través de la reproducción, sea presumida o constantemente observada “ una especie nunca nace de la semilla de otra especie y reciprocamente” Papavero, Llorente-Bousquets y Bueno-Hernández (1994); la conclusión a la que llega, es que las formas de las especies provienen inicialmente de Dios. “El número de las especies verdaderas en la naturaleza es fijo y limitado y, como podemos creer con razón, constante e inmutable desde la creación original hasta el presente” John Ray, 1688 In: Papavero, Llorente-Bousquets y Bueno-Hernández (*op. cit*). En 1701-1704, el filósofo Gottfried Wilhelm Leibniz en su libro *Nouveaux Essais sur l'entendement Humain*, hace ver por primera vez, la importancia de la taxonomía biológica, se refiere a la definición biológica de especie, de igual forma que el utilizado por los personajes antes mencionados.

El concepto de especie biológica utilizado actualmente se refiere a “poblaciones naturales entrecruzables y que están reproductivamente aislados de otros grupos”, hay por tanto una relación genética. Se establecen variables temporales, por lo que provoca ciertas limitaciones, como las mencionadas a continuación (Pérez, 1992):

Algunas de las limitaciones que presenta éste concepto son:

- Solamente se aplica a poblaciones (demos) que coexisten en tiempo y espacio; sincrónicas (coexisten en tiempo) y simpátricas (coexisten en espacio).
- Está limitado a especies con reproducción sexual.

Es un concepto no dimensional, es decir, considera aquéllas especies que coexisten en poblaciones naturales en un sistema no dimensional, esto es, una sola localidad en el mismo tiempo (Valencia, 1991). Este reúne los conceptos de especie adimensional y multidimensional que propone Mayr (1957, In: Valencia *op. cit*). En el primero queda de manifiesto el aislamiento reproductivo de las especies, y en el segundo se establece que las poblaciones mantienen su identidad como especie debido al intercambio genético. El concepto de especie biológica es útil para entender una especie, pero sólo en un momento dado.

Esta problemática anterior (especie biológica) es aplicable a todas las algas, al igual que a un buen número de organismos, así es que a continuación presentaré la problemática para las diatomeas.

### Especie en Diatomeas

A lo largo del tiempo se han presentado diferentes ideas para intentar definir el concepto de especie en diatomeas y otras categorías taxonómicas. La sistemática de este grupo esta basada enteramente en datos fenéticos, virtualmente confinados a la estructura y forma de las partes silificadas que forman la valva. Los taxa, desde forma hasta familia, son definidos puramente en base a la morfología y anatomía comparada, por tanto, las especies en diatomeas son definidas fenéticamente. Por ejemplo, un género es una agrupación de especies, entre las cuales, en opinión de los taxónomos, las diferencias no son más grandes que en las subdivisiones; en otras categorías, los caracteres no necesitan ser comunes a todas las especies incluidas en el género, y una sencilla descripción o diagnosis no es, posiblemente, necesaria (Round, Crawford & Mann, 1990).

Existen problemas en la aplicación del concepto de especie. Los estudios de reproducción entre poblaciones morfológicas, pueden obtener un rango de morfotipos para incluirse en especies sencillas (Mann, 1984c, 1988a, 1989 *In*: Round, Crawford & Mann, *op. cit*). Para realizar la delimitación de los taxa, es importante ubicar las discontinuidades en los patrones de variación. La cuestión es cómo estas discontinuidades pueden justificar la separación en un nivel taxonómico particular (Round, Crawford & Mann, *op. cit*).

Considerando sólo los caracteres morfológicos, estos no necesariamente reflejan características genéticas de las poblaciones. Se han realizado estudios sobre cultivos clonales de *Nitzschia* saprofitica de ambientes marinos, donde se forman paredes con estructuras de los géneros *Nitzschia* y *Hantzschia* (Lauritis *et al.*, 1967 *In*: Guillard, 1977); este tipo de observaciones, nos muestran que existen limitaciones en el concepto, y la necesidad de mayor información sobre la biología del grupo.

La división asexual mitótica es el modo dominante de reproducción en las diatomeas. Ni la mutación, ni la recombinación sexual, son los generadores principales de la variabilidad dentro de las poblaciones de especies en diatomeas. En realidad una población de diatomeas típicamente, es una colección de líneas clonales, donde la mayor parte se reproduce independientemente de otros clones. Los nuevos clones pueden ser generados a través de la mutación, si ésta es dominante y favorable, conduce a que se pueda multiplicar rápidamente. En una población de diatomeas, la abundancia relativa de ambos clones mutacionales y los más viejos, de los cuales se originaron de auxosporas seguramente, fluctúan en el tiempo conforme varían las condiciones ambientales. Existen episodios relativamente infrecuentes de reproducción sexual, que generan clones adicionales a través de recombinación, suplen a aquéllos generados por mutación (Richardson, 1995).

La existencia de algunas variedades de clones, generados sexual y asexualmente proporcionan una población de diatomeas y de especies con una importante capacidad adaptativa. La evolución de una población depende fuertemente de la recombinación sexual que genera las diferencias genéticas individuales. Sin embargo, existe evidencia de que la diversificación de categorías superiores en el grupo es relativamente lenta. La población y los conceptos de especie biológica desarrollados para organismos multicelulares puede ser inapropiada para las diatomeas. Sin embargo, el concepto de ecotipos que existe dentro de poblaciones de especies, claramente puede ser válido para aplicarse a estas (Richardson, *op. cit.*).

Los ecotipos se refieren a individuos que ocupan un habitat particular y están adaptados genéticamente pero no genotípicamente, por lo cual, es importante conocer las bases genéticas para explicar las diferencias morfológicas. Una correlación consistente entre el habitat y la morfología, puede ser indicador de una especialización del ecotipo, lo cual puede ayudar a afinar la caracterización de los taxa, y de manera más precisa como un indicador de condiciones ambientales (Cox, 1987). Es importante para la deducción ecológica, el reconocimiento de un patrón consistente de variación fenotípica a lo largo de un gradiente ambiental particular. Es un error asumir, que toda variación morfológica tiene un origen genético, como el que los taxa similares morfológicamente, necesariamente tengan similares requerimientos ecológicos (Cox, 1995).

Mann (1989), habla de gamodemos, y propone que es importante confirmar la existencia de genodemos, grupos de poblaciones simpátricas, examinando el comportamiento reproductivo de éstos en circunstancias que puedan revelar barreras intrínsecas de intercambio de información en la reproducción, o extrínsecas como barreras ecológicas o aislamiento espacial. Es claro que las distintas poblaciones morfológicas de las mismas especies taxonómicas pueden coexistir simpátricamente, y difieren genotípicamente respecto a varios caracteres y no muestran signos obvios de intergradación. El caso de *Caloneis silicula* es instructivo, Krammer & Lange-Bertalot (1986) reconocen tres formas *silicula*, *peisonis* (Grun.) Krammer y *alpina* (Cleve) Krammer & Lange-Bertalot, en el estudio de Mann (*op. cit.*) en Blackford encuentra demos que no son variantes fenotípicas, son simpátricas y muestran el mismo tipo de reproducción alogama. El tratar a éstos como demos idénticos taxonómicamente simplifica la clasificación, y permite el planteamiento de las bases adecuadas para trabajos ecológicos, fisiológicos y fuertemente sistemáticos. Estos demos son morfológicamente distintos y reproductivamente aislados, estables y coexisten con signos no obvios de exclusión competitiva de uno y otro.

Algunas de las problemáticas que han surgido son por ejemplo, que en diatomeas se ha observado una reducción de la competencia entre células en diferentes estados por el ciclo de reducción de talla, justo como ocurre en plantas vasculares dioicas entre individuos masculinos y femeninos o especies animales que tienden a ocupar diferentes nichos. Esto porque la diferente relación entre superficie y volumen de células pequeñas y grandes del mismo clon de una diatomea, tendrá inevitablemente diferentes características que provocarán en la coexistencia una competencia desigual, a menos que se desarrollen mecanismos que compensen los efectos de la talla o tamaño (Round, Crawford & Mann, 1990).

En los estudios sobre diatomeas, la categoría infraespecífica frecuentemente empleada es la variedad. En los trabajos ecológicos o paleoecológicos, la separación en variedades es sólo "una población de uno o varios biotipos, que forman más o menos facies locales de una especie" (Du Rietz, 1930 *in*: Mann, 1989). Como con las subespecies que son un componente biogeográfico de la definición, es difícil ver como una variedad puede ser aplicada significativamente donde dos o más demos coexisten simpátricamente.

El primer paso sin embargo, es reconocer las correlaciones entre formas particulares y hábitats, esto demanda una descripción precisa de ambas, entre la morfología y las condiciones del hábitat. El reconocimiento de que cada taxa tendrá un espectro de innumerables nombres de nuevas especies, pero una menor designación formal de los diferentes taxa, será perfectamente adecuado para usarse consistentemente en todos los trabajos (Cox, 1987).

Existe una urgente necesidad en los estudios de la reproducción entre poblaciones de diatomeas, para incorporar esta información al nivel taxonómico de especie, ya que se da una gran variación en la reproducción sexual y el desarrollo del cigoto, que son una fuente rica de información de caracteres taxonómicos (Mann, 1990). Los patrones de auxosporulación son de gran valor taxonómico (Mann, 1993). Es de especial interés poner atención en el protoplasto y los aspectos de comportamiento reproductivo como fuentes de información taxonómica. La clasificación necesita usar una gran cantidad de propuestas, por ejemplo, proveer bases para reconstrucción filogenética, empleando información generada por fisiólogos, bioquímicos y otros. Los análisis de electroforesis de proteínas pueden ayudar a clarificar las relaciones entre especies y agregados de especies, así como establecer información ecológica (Round, Crawford & Mann, 1990).

La forma y los cambios de los patrones durante el ciclo de vida, han generado algunas veces confusiones en la taxonomía, por ejemplo, algunas diatomeas cambian el grado y patrón de silificación de sus valvas, por un cambio en la salinidad y viabilidad de silicatos provocando un polimorfismo.

Se propone que la clasificación debe favorecerse por una gran cantidad de propuestas, que provea las bases de reconstrucción filogenética, adicionando comunicación entre fisiólogos, bioquímicos y otros, prediciendo el conocimiento de las propiedades de los taxones e incorporar información ecológica (Round, Crawford & Mann, *op. cit.*). El conocimiento de la ontogenia del frústulo puede ayudar a tener una idea de los caracteres con un uso actual o potencial en la taxonomía de diatomeas, junto con algunas especulaciones acerca de su evolución (Mann, 1984). La filogenia de un linaje sólo puede estimarse, pero no conocerse (Kociolek, Theriot & Williams, 1989).

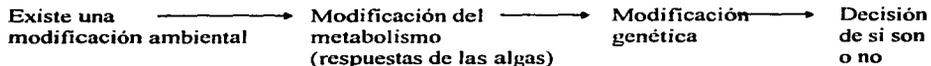
### Propuestas para un concepto de especie en algas

Hacia 1753 Linneo, utilizó el término algas (del latín *algae*) como categoría taxonómica para denominar a ciertos organismos de un mismo tipo. Actualmente, nos referimos a las algas para designar a un conjunto extremadamente variable, heterogéneo y complejo de grupos de organismos autótrofos que realizan fotosíntesis liberando oxígeno y que cuenta con niveles de organización semejantes, producto de paralelismos (González-González, 1992), por lo que no están filogenéticamente relacionados. Dentro de esta denominación se agrupan alrededor de 30,000 especies que difieren notablemente en su forma, tamaño, estructura celular, metabolismo, composición química, ciclos de vida, habitat's, etc.

En el estudio de las algas dentro del grupo de trabajo del laboratorio de Ficología, UNAM, se ha desarrollado una concepción acerca de la especie en algas, (González-González, 1992a), esta es una reelaboración del concepto biológico de especie en el concepto denominado IOPE (individuo-organismo-población-especie), dicho cambio se debe a la imposibilidad de separar las unidades-entidades que lo conforman, puesto que tienen un devenir ontológico, compuesto por procesos ontogenéticos y filogenéticos; este concepto integra y relaciona epistemológicamente las discontinuidades de manifestación, y representa las diferencias fenomenológicas, producto de una expresión natural diferencial de los seres vivos.

El concepto de IOPE, es también una aproximación a la unidad teórica de la Biología, que trata de entender y explicar las manifestaciones de los seres vivos a través del proceso de autopropagación de la vida (González-González, 1992a). Se considera a la especie, en términos de unidad (cuando es un patrón de confrontación), como el total acumulado de la información genética de las diferentes etapas de los individuos, más una capacidad de respuesta de la población. La discontinuidad en una población desde el punto de vista de la Taxonomía, tiene que ver con una diferencia en medidas (intervalos) cuanti y cualitativas. Se utilizan los fragmentos de las especies, esto es, las poblaciones. En la evolución no existe linealidad, las poblaciones aparecen porque se fragmentan (número, tamaño, dimensión). En este sentido, el IOPE es una unidad heurística que conformamos como unidad de confrontación, es una entidad que se puede entender en términos de proceso, no de evento.

Otra cuestión importante de plantear y hacer en relación a las algas es demostrar que los caracteres de las poblaciones son continuos, no tomar al código de nomenclatura como las reglas, para poder entonces generar nueva información, este es eficiente en el camino a seguir para el manejo de la información. En la siguiente secuencia se muestra el proceso de asimilación de información, y los criterios que son importantes considerar:



En relación a lo anterior, considero que es necesario incorporar información de datos ecológicos para la delimitación de especies, que expliquen su expresión diferencial (Novelo, 1992), así como es fundamental el conocimiento de la biología de las poblaciones, pues al trabajar sólo con las estructuras de sílice que forman el frústulo, perdemos mucha información, como la variación morfológica y su posible diferenciación, no sabemos a ciencia cierta a que se debe, por ello la importancia de estudiar ciclos de vida a través de cultivos, así como la descripción de material vivo para observar plastos, forma, color, movimiento, entre otros. Como se ha mencionado en la literatura, existen pocos detalles de información para los plastos, el movimiento nuclear o la sexualidad para los géneros de arafidales, y su clasificación se basa fuertemente en la estructura del frústulo (Round, Crawford & Mann, 1990).

Conociendo la reproducción, dispersión y ecofisiología adaptativas, se posibilita la explicación de la distribución diferencial de las especies en diferentes regiones, así como en el mejor entendimiento de las causas que generan la variabilidad morfológica relacionada por un lado a la respuesta genética, y por otro, a una explicación de cambios morfológicos debida a variaciones ambientales que inciden de manera directa en los individuos que forman las poblaciones.

## ANTECEDENTES

### Las diatomeas en México

Los estudios sobre diatomeas continentales en México, son escasos y sin continuidad, entre ellos cabe resaltar el realizado por Ehrenberg (1869), quien describió las diatomeas presentes en algunos cuerpos de agua del país. Posteriormente, el estudio de las diatomeas continentales se ha realizado principalmente sobre especies fitopláncticas presentes en lagos (Samano-Bishof, 1934, 1940; De Buen, 1944; Hernández-Becerril y Tapia-Peña, 1987), de aspectos de polimorfia (Osorio-Tafall, 1941) y otros estudios relacionados con diatomeas fósiles (Quintana, 1961; Bradbury, 1970, 1971, 1979; Metcalfe, 1985, 1988; Metcalfe y Harrison, 1984; Reyes, 1990).

En el laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias se han desarrollado diferentes tesis, principalmente de licenciatura que han abordado su estudio desde un punto de vista florístico (Avila, 1985, 1989; Novelo, 1985; Navarro, 1988; Ibarra, 1992; Cuesta, 1993; García, 1997), aunque estas evidentemente tienen poca difusión. Uno de los primeros trabajos que realiza descripciones con algunos caracteres morfométricos de diatomeas continentales y un análisis de la información ambiental, es el de Tavera, Elster & Marvan (1994).

Es interesante mostrar que los estudios referentes a diatomeas continentales en nuestro país son relativamente nuevos, existen pocos trabajos al respecto, a pesar de que son un grupo biológico ampliamente representado en todos los cuerpos de agua continentales, e importante por su diversidad y abundancia en los ríos. Recientemente, el trabajo de Valadez-Cruz, Carmona-Jiménez y Cantoral-Uriza (1996), es uno de los pocos trabajos que presenta descripciones, claves y esquemas de las algas en el estado de Morelos, y entre ellas las diatomeas, que seguramente será un antecedente importante para estudios de los grupos algales continentales en México.

### Las diatomeas en la huasteca potosina

De los estudios hechos en la cuenca del río Pánuco, se tienen cuatro trabajos realizados en el sistema hidrológico del Salto, que son: ficroflora de las cascadas del río Micos en la huasteca potosina (Meave del Castillo, 1983); ficroflora de ambientes lénticos de la localidad El Salto en la región de la huasteca potosina (Cantoral, 1990); y ecología de comunidades algales del sistema hidrológico El Salto, en la huasteca potosina (Cantoral, 1993). El estudio de manantiales y otras corrientes, han sido revisados en el trabajo de Carmona (1990).

Se han registrado un total de 97 especies de diatomeas para siete localidades de la cuenca baja de la huasteca potosina (Carmona, 1990; Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993; Carmona y Montejano, 1993), las cuales pertenecen a las cuatro localidades del sistema hidrológico El Salto, El Nacimiento del Choy, Nacimiento de Puente de Dios y Nacimiento de Huichihuayan. Los resultados de las diatomeas (Bacillariophyceae) han sido presentados en diferentes Congresos (Cantoral-Uriza y Montejano, 1993a; Cantoral, Montejano y Carmona, 1993;

Cantoral-Uriza, Montejano y González-González. 1994; Cantoral-Uriza, Carmona-Jiménez y Montejano, 1995) considerando aspectos ecológicos, taxonómicos y de distribución.

La diversidad de diatomeas en las diferentes localidades de la cuenca baja de la huasteca potosina es alta, forman el taxa con mayor número de especies. Como resultado de lo anterior, se evidenció la importancia y necesidad del estudio de las diatomeas, por su gran diversidad y abundancia, en todo el sistema hidrológico El Salto (Meave del Castillo, 1983, 1986, 1990; Cantoral 1990, 1993), así como en otros ríos de la zona (Carmona, 1990, 1993). Lo anteriormente citado, dió pie al desarrollo de un estudio integral que relacione información susceptible de ser utilizada en aspectos de taxonomía, ecología y distribución de las diatomeas en la región de la huasteca potosina.

Como ha pasado con otros grupos algales en la huasteca, como son Cianofitas (Montejano com. personal), Rodofitas (Montejano, com. personal; Carmona, 1993) y Clorofitas (Cantoral, 1990, 1993) han surgido diversos problemas taxonómicos, ya que existen diferentes momentos de maduración en su estudio. Además, son parte de las especies tropicales y al igual que un buen número de diversos grupos biológicos de estas zonas, existe un gran número de especies por conocer, ya que hay un desfase en la intensidad de los estudios de las regiones templadas con las tropicales. Este punto resalta la importancia de realizar estudios intensivos en esta zona para detectar los problemas taxonómicos y resolverlos en su momento.

El presente proyecto constituye una continuación a los trabajos realizados en el río El Salto dentro de la cuenca del río Pánuco, así como el estudio de otras corrientes importantes en la cuenca baja, con el fin de tener una visión de distribución hacia el interior de la cuenca. El marco teórico-metodológico del presente estudio se encuentra dentro de la concepción de flora dinámica (González-González, 1987, 1992, 1992a, 1993), como un estudio florístico que incorpora datos para ser empleados en la taxonomía del grupo (flora tónica), así como información ecológica (flora típica) y de distribución (flora tónica).

En esta concepción, la flora tónica se refiere a la lista ficoflorística total que se genera en una región geográfica, es la acumulación de las especies que se reportan en diferentes momentos espacio-temporales, que nos da información de las especies presentes, y para entender esta existencia, es necesario el planteamiento de estudios detallados, con metodologías propias, que consideren la información de la presencia de las especies bajo condiciones ambientales conocidas, para ello es fundamental la ubicación espacio-temporal (flora típica), y finalmente, la flora tónica se refiere al estudio de la biología, autoecología y problemas taxonómicos de cada especie que forman parte de la ficoflora.

## **OBJETIVOS**

En términos de lo planteado, el presente trabajo se refiere al estudio de las diatomeas que se establecen en diferentes ríos de la cuenca baja de la huasteca potosina, desde un punto de vista ficoflorístico con orientación taxonómica, con el fin de generar información para ser empleada en aspectos tópicos, típicos y tónicos.

- Generar información para el conocimiento de las diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes lóticos en la cuenca baja de la huasteca potosina.
- Comparación de las diatomeas presentes en las diferentes corrientes de la región en estudio.
- Comparación de las diatomeas presentes en la cuenca baja de la huasteca potosina con floras diatomológicas de otras regiones (México y el mundo).

## AREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Pánuco es una de las regiones hidrográficas más importantes del país, tanto por la superficie que ocupa  $84,956 \text{ km}^2$ , como por el volumen de sus escurrimientos. Esta cuenca abarca  $769.59 \text{ km}^2$  de la superficie del estado de San Luis Potosí ocupando la mayor parte de la cuenca baja, lo que corresponde a la huasteca potosina (Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1971).

En relación a los vientos, la huasteca está situada en una circulación este, entre anticiclones subtropicales y las bajas presiones intertropicales, conocido como el alisio del este, viento húmedo que ha cruzado el Atlántico. Las masas de agua caliente del Golfo de México y el mar Caribe provienen de la corriente Atlántica norecuatorial, a su contacto, se forman masas de aire caliente y húmedo que representan un papel importante en el clima de la parte oriental de México, incluyendo por tanto a la huasteca.

En la huasteca, la sierra madre oriental intercepta el alisio del este húmedo que ha atravesado el Atlántico. Las ascendencias orográficas son las causantes de las fuertes precipitaciones de la vertiente oriental y de las llanuras costeras. Por el contrario, el oeste de esta barrera montañosa y las mesetas altas son zonas secas (Puig, 1991). En términos de lo anterior, las considerables aportaciones de agua que se captan en esta vertiente dan como resultado la existencia de una zona de escurrimientos importantes. Los ríos de amplio caudal o colectores en la zona son el Tropaón (que se origina de la confluencia de los ríos Verde y Santa María), que recibe la mayor cantidad de aportes en esta región, y el río Moctezuma, colector principal de la cuenca del río Pánuco, este se origina en el cerro de La Bufa, en el Estado de México, a una altitud de 3,800 msnm. En su inicio recibe el nombre de Tepeji, y después los de Tula y Moctezuma. Entra en la sierra madre oriental sobre una topografía accidentada, la cual es más notable conforme desciende la corriente, hasta la confluencia de los ríos Tempoal y Tropaón. A partir de ahí recibe el nombre de río Pánuco, y continúa con ese nombre hasta su desembocadura en el Golfo de México (INEGI, 1985).

El área de estudio se encuentra ubicada en el estado de San Luis Potosí, en la región denominada la huasteca (García, 1973) dentro de la cuenca del río Pánuco. Fisiográficamente forma parte de la provincia de la sierra madre oriental y en menor proporción, de la provincia de la llanura costera del golfo norte, encontrándose la mayor parte del área dentro de la subprovincia del curso huasteco. (fig. 1; cuadro 1). Es una región cársica de las más extensas del país. En esta zona predominan las rocas calizas, por lo que se observan una gran cantidad de carbonatos disueltos en el agua de los ríos. Dichas rocas al ser disueltas por el agua, forman sistemas cavernarios y también copiosos manantiales, con altos contenidos de carbonatos. Por esta razón, es común encontrar que el sustrato predominante en muchas corrientes está constituido por travertino. (Datos geográficos tomados de INEGI, *op. cit.*; datos hidrológicos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, *op. cit.*).

Desde el punto de vista geográfico, la huasteca se encuentra ubicada en el límite norte de la región neotropical a los  $101^{\circ} 20'$  y  $98^{\circ} 30'$  LW y a los  $22^{\circ} 50'$  y  $21^{\circ} 10'$  LN dentro del estado de San Luis Potosí. En estas latitudes relativamente bajas, el fotoperíodo es poco acentuado, por lo que la radiación varía poco durante el transcurso del año (en el paralelo  $20^{\circ}$  alcanza 13 horas 3/10 como máximo y 10 horas 9/10 como mínimo). La temperatura en latitudes intertropicales es generalmente alta durante todo el año, es importante mencionar que esto depende de la altitud.

En las latitudes intertropicales de esta región, las temperaturas son generalmente elevadas durante todo el año. Las variaciones de las temperaturas medias de un año a otro son relativamente débiles, de  $1.5^{\circ}$  a  $2^{\circ}$  C en el sur de la llanura costera, que es muy húmeda y muy cálida, y en las mesetas altas, que son muy secas y frías, en la Sierra Madre, que es húmeda y fría y en el norte de la llanura costera, que es seco y cálido, son de  $1^{\circ}$  a  $1.5^{\circ}$  C. El clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano; su temperatura media anual oscila entre los  $27-29^{\circ}$  C, la media mensual fluctúa entre  $28-32^{\circ}$  C.

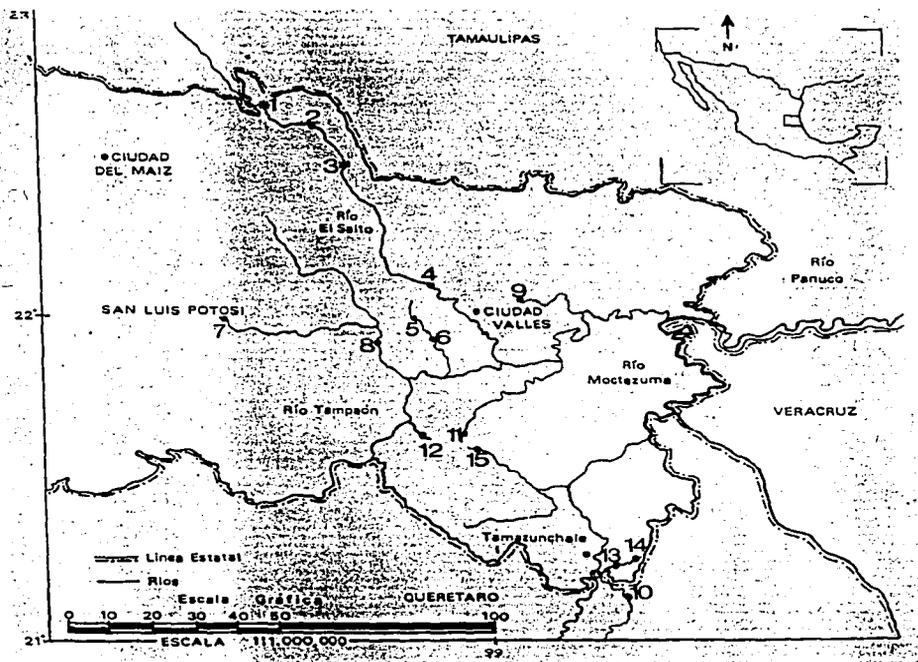


Figura 1. Ubicación de las localidades de estudio.

1- Nacimiento El Salto, 2- El Salto, 3- El Meco, 4- Micos, 5- Santa Anita, 6- Tanchachín, 7- Puente de Dios, 8- Gallinas, 9- Nacimiento del Choy, 10- Río Claro, 11- Nacimiento del Coy, 12- Tambaque, 13- Vinasco, 14- Huestetita, 15- Huichihuayan.

## Ubicación de las localidades de estudio en los ríos de la cuenca baja

Las localidades de estudio en la cuenca baja de la huasteca potosina que a continuación se muestran, representan puntos de varios afluentes de primer orden así como colectores principales que han sido visitados. Son los siguientes:

### Afluentes del río Tampusón:

#### *Río Tamasopo*

Puente de Dios

#### *Río Santa Anita*

Santa Anita

Tanchachin

#### *Río El Salto*

El Nacimiento

El Salto

El Meco

Micos

#### *Río Tampusón*

Gallinas

Tambaque

Nacimiento Coy

Nacimiento del Choy

### Afluentes del río Moctezuma:

#### *Río Moctezuma*

Río Claro

Vinasco

Huestetita

Huichihuayan

## Descripción de las localidades de estudio

### Nacimiento El Salto

Pertenece al río El Salto, consta de una playa de cantos rodados que se forma a la orilla del río, aproximadamente 5 m de ancho por 8 de largo donde hemos colectado *Thorea violaceae* Bory 1808 (Rhodophyceae). Esta zona se mantiene muy sombreada por la vegetación riparia. La profundidad varía de la orilla hacia el centro de 20 cm a 1.5 m. La fisiografía cambia frecuentemente entre la época de secas con respecto a la de lluvias. En cuanto al panorama algal, en el centro del cauce se observan crecimientos de *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing (Chlorophyceae) y *Thorea violaceae* Bory 1808 (Rhodophyceae) muy grandes, y algunos talos de *Batrachospermum globosporum* Israelson 1942 (Rhodophyceae).

### El Salto

Pertence al río con el mismo nombre, está formada por una cascada y una serie de grandes pozas que se continúan a manera de terrazas. En la época de secas la cascada no lleva agua, y en la época de lluvias se cubre completamente la cortina, formando una caída de aproximadamente 100 m. Las pozas que se forman después de la cascada tienen una tonalidad azul turquesa, y más de 3 m de profundidad, el ancho del cauce es de aproximadamente 40 m. La insolación es del 100 %. En cuanto al panorama algal se observan frecuentemente crecimientos de Zygnematales, adheridos al sustrato o bien flotando. Se presentan natas de plancton en pozas estancadas en época de secas y costras café en los canales de comunicación.

### El Meco

Forma parte del río El Salto, tiene un cauce ancho de aproximadamente 40 m, se forman una serie de pozas con flujo constante de agua, con un sustrato de  $\text{CaCO}_3$  muy fino de color blanco similar al talco; la coloración del agua es de color azul turquesa; la insolación es del 100 %. En cuanto a crecimientos algales se observan filamentos verdes tipo zygnematal en zona de comunicación entre pozas, asociados a pastos acuáticos, así mismo algunos crecimientos de *Batrachospermum globosporum* Israelson 1942 (Rhodophyceae).

### Micos

Pertenece al río El Salto, tiene un cauce de aproximadamente 30 a 40 m de ancho, que por la topografía del terreno entre las montañas, provoca la formación de una pendiente muy pronunciada, donde se forman grandes terrazas y entre éstas una serie de cascadas. A lo largo del cauce, el río tiene aportes de manantiales laterales al mismo. Las zonas de colecta tienen vegetación riparia a los lados del cauce que generan un gradiente de iluminación de sombreado a la orilla hasta iluminado en el centro. En relación al panorama algal, se encuentra formado por crecimientos de *Batrachospermum globosporum* Israelson 1942 (Rhodophyceae) en remanso con cobertura de la vegetación, además *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing (Chlorophyceae) y *Vaucheria* sp. (Xanthophyceae) abundantes.

### Santa Anita

Esta localidad pertenece al río con el mismo nombre, consta de un rápido de 4 m de ancho por 8 m de largo, muy sombreado por vegetación riparia; en el rápido, el sustrato está formado por rocas de varios tamaños, que generan una serie de ondas al paso del flujo de agua. La profundidad va de 20 a 70 cm. En el centro del cauce en la zona de rápidos se presentan crecimientos de *Vaucheria* sp. (Xanthophyceae) junto con *Sirodotia huillensis* (Welw., W. West et G.S. West) Skuja 1931 (Rhodophyceae) y *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing (Chlorophyceae).

### Tanchachin

Pertenece al río Santa Anita, en esta zona el río tiene un flujo suave de agua, de 5 m de ancho. Se forma una serie de pequeñas cascadas (30 cm de altura), el sustrato es de  $\text{CaCO}_3$  alternándose entre suave y compacto. La vegetación riparia genera una zona sombreada permanentemente. El panorama algal muestra crecimientos pardos de cianofitas en la parte de deslizamiento del agua; este se observa también en la salida de los tubos que se pusieron para

continuar el río al hacer un camino vehicular de terracería perpendicular a este; en las orillas del cauce se presentan crecimientos de Zygnematales.

#### Puente de Dios

Pertenece al río Tamasopo, en esta localidad presenta un considerable volumen de agua, cauce de 7 m de ancho, con grandes rocas que generan en diferentes puntos la bifurcación del cauce y su consecuente unión al continuar este. El aporte de agua de las cascadas generadas por el manantial es constante. La vegetación riparia es permanente, lo que provoca zonas sombreadas. En la cueva donde nace un manantial, la profundidad del cauce es de 20 cm, posteriormente desciende formando una serie de terrazas, donde el sustrato son rocas volcánicas junto con concreciones de  $\text{CaCO}_3$  a manera de cerobrosidos de estromatolitos formados por comunidades de cianofitas. En cuanto al panorama algal se observan costras guindas de *Hildenbrandia angolensis* Welwitsch. ex W. West et G.S. West 1897 (Rhodophyceae) y verdes de *Hyella fontana* Huber et Jardin (Cyanophyceae) muy abundantes junto con filamentos de *Blennothrix ganeshi* Watanabe et Komárek 1989 (Cyanophyceae) en las zonas de remanso.

#### Gallinas

Desemboca al río Tapaón, en esta zona el cauce es de 7 m de ancho, tiene un flujo suave, el color del agua es verde-azul. Las orillas del río con vegetación riparia, por lo que es muy sombreado. En las orillas, el sustrato es suave con algunos pequeños cantos rodados. El panorama algal esta formado por filamentos de *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing (Chlorophyceae) y pequeños talos de *Butrachospermum globosporum* Israelson 1942 (Rhodophyceae).

#### Tambaque

El cauce del río que desemboca al río Tapaón, es de 10 a 30 m de ancho, de aguas cristalinas y sustrato de cantos rodados de diferentes tamaños. La cobertura por vegetación riparia en la zona de colecta es de 80-90 %. En la zona sombreada hacia las orillas, se observan costras rojas de *Hildenbrandia angolensis* Welwitsch. ex W. West et G.S. West 1897 (Rhodophyceae). Hacia el centro, en la zona más o menos sombreada hay filamentos de *Thorea violaceae* Bory 1808 (Rhodophyceae), desde pequeños hasta 20 cm de largo, en la orilla sobre raíces, crecen filamentos de *Blennothrix ganeshi* Watanabe et Komárek 1989 (Cyanophyceae) y *Vaucheria* sp. (Xanthophyceae) en la zona de interfase aire-agua.

#### Nacimiento del Coy

Este río desemboca al río Tapaón, es un nacimiento de agua por filtración de una montaña, el cauce en su inicio alcanza un ancho de 30 m aproximadamente, y varios metros de profundidad, la cobertura por vegetación riparia es alta, por lo que se tienen zonas muy sombreadas en la orilla y en el centro del cauce. La profundidad va de 30 cm a más de 2 m. El color del agua es azul turquesa. El sustrato en la zona de colecta esta formado por grandes rocas de origen volcánico, donde crecen costras, pequeños domos y filamentos de cianofitas.

### Nacimiento del Choy

Las aguas de este río desembocan al río Tampaón, es un nacimiento de agua en una gran cueva, donde dentro de la que se observa el manantial de 4 m de diámetro y no se ve su fondo, también existe una serie de rocas volcánicas cubiertas por filamentos de *Audouinella pygmaea* (Kützing) Weber-Van Bosse 1921 (Rhodophyceae) de color negro a guinda, después el cauce es de 3 m de ancho y al salir de la cueva éste se amplía a aproximadamente 8 m de ancho, la vegetación riparia en este punto es abundante, por lo que esta zona de la localidad es muy sombreada. Fuera del cauce se presentan crecimientos de musgos y *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing (Chlorophyceae), a manera de manchones.

### Río Claro

Las aguas de este río desembocan al río Moctezuma, que es uno de los colectores principales en la región; la localidad tiene un ancho del cauce aproximadamente de 20 m, con agua de color café (rebotada), hacia la orilla de colecta, existe una gran playa de cantos rodados, cubiertos por películas de color café que se deshacen al momento de tomarlas, están formadas por diatomeas como *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg 1832. El flujo en esta zona es muy suave, y hacia el centro del cauce se forman grandes rápidos (2 m/seg). La cobertura por vegetación riparia es nula, por lo que el porcentaje de iluminación es del 100 %. En cuanto al panorama algal, se observan películas café cubiertas de sedimentos sobre cantos rodados, crecimientos epilíticos de comunidades de diatomeas, con distribución homogénea en un área de 10 x 20 m; a una profundidad de 20-30 cm se pierde la visibilidad; se presentan filamentos verdes de *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing (Chlorophyceae) en rápidos, y hacia las orillas son filamentos café (epifitados).

### Vinasco

Sus aguas desembocan al río Moctezuma; es un río de aproximadamente 20 m de ancho. En esta localidad en aproximadamente 30 m de largo presenta diferentes condiciones, de izquierda a derecha del flujo. En la primera zona de 10 m de largo el flujo es medio, y la profundidad de 1 m, por lo que no se forman rápidos. En la siguiente zona de 10 m, se forman rápidos con velocidad de corriente fuerte, se observan rocas y cantos rodados además de una ligera pendiente de 30 cm, posterior a esta zona continúa el cauce, es profundo nuevamente, por lo que no hay rápidos. La cobertura por vegetación riparia es baja, y la iluminación alta. A las orillas de la zona de rápidos, sobre las rocas, se observan crecimientos de filamentos verdes de *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing (Chlorophyceae) y costras verdes de cianofitas.

### Huestetita

Va a desembocar al río Moctezuma, esta localidad consta de un río con un cauce de 10 m de ancho, profundidad de 30-50 cm, el sustrato formado por cantos rodados y la vegetación riparia genera poca sombra, iluminación es alta.

## Huichihuayan

Sus aguas desembocan al río Moctezuma; este río nace en una cueva en la base de una montaña, con grandes rocas a manera de lajas que se han desprendido, el cauce en su origen es de 4 m de ancho y al salir de la cueva de 10 m aproximadamente, existe vegetación riparia que genera un gradiente de iluminación muy sombreado; la temperatura de sus aguas es alrededor de 21°C, que es de las más bajas en la región de la cuenca baja. La profundidad va de 50 cm a más de 3 m. El sustrato está formado por rocas alargadas donde se observan mechones de cianofitas y *Audouinella pygmaea* (Kützing) Weber-Van Bosse 1921 (Rhodophyceae).

Cuadro 1. Ubicación de las localidades de estudio.

	Altitud	Latitud		Longitud		Municipio	Clima <sup>a</sup>	Ambiente
	(msnm)	Gra. Min. Seg	N	Gra. Min. Seg	W			
Nacimiento El Salto	500	22 35 00	LN	99 24 24	LO	Cd. Maiz	(A)C(m)(w)	Manantial-rio
El Salto	400	22 35 00	LN	99 24 24	LO	Cd. Maiz	(A)C(m)(w)	Rio-pozas
El Moco	300	22 34 14	LN	99 20 30	LO	Cd. Maiz	(A)C(m)(w)	Rio
Micos	120	22 06 05	LN	99 09 48	LO	Valles	(A)C(m)(w)	Manantial-rio
Santa Anita	160	21 35 27	LN	99 37 20	LO	Aquismon	(A)C(m)(w)	Rio-rápido
Tanchachín	90	21 49 40	LN	99 08 41	LO	Aquismon	(A)C(m)(w)	Rio
Puente de Dios	450	21 55 15	LN	99 33 19	LO	Tamasopo	(A)C(m)(w)	Manantial-rio
Gallinas	225	21 56 46	LN	101 23 47	LO	Villa de Arriaga	(A)C(m)(w)	Rio
Nacimiento del Choy	100	21 59 42	LN	98 48 09	LO	Valles	Aw1	Manantial-rio
Río Claro	70	21 14 79	LN	98 46 62	LO	Tamuzunchale	(A)C(fm)	Rio
Nacimiento del Coy	60	21 45 26	LN	98 47 00	LO	Valles	Aw1	Manantial-rio
Tambaque	150	21 41 34	LN	99 01 05	LO	Aquismon	(A)C(m)(w)	Rio
Vinasas	250	21 30 00	LN	98 40 00	LO	Jaltocan	(A)C(fm)	Rio
Huestetita	200	21 30 00	LN	98 45 00	LO	Orizatlán	(A)C(fm)	Rio
Huichihuayan	100	21 33 15	LN	98 56 10	LO	Huichetlán	(A)C(m)(w)	Manantial-rio

## Notación:

<sup>a</sup> Según INEGI, 1985.

(A)C(fm). Tipo semicálido húmedo con lluvias todo el año.

(A)C(m)(w). Tipo semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, % de lluvia invernal menor de 5.

Aw1. Tipo semicálido húmedo con lluvias en verano, % de lluvia invernal 5-10.2, intermedio en cuanto a humedad.

## MATERIAL Y MÉTODO

Las muestras se colectaron durante el período 1982-1992, en 15 localidades (fig. 1), con una orientación florística de los diferentes grupos algales presentes en los ríos de la cuenca, así es que las diatomeas toman relevancia al hacer las revisiones al microscopio, donde se observó una diversidad considerable en relación a los otros grupos. Las colectas incluyeron los cambios climáticos anuales más importantes que ocurren en la región, que son la época de sequía y lluvias (no se realiza un análisis detallado de esta situación). Se tomaron muestras de los crecimientos algales visibles, ya fuese un fragmento de roca con ayuda de cincel y martillo, o bien levantando la muestra con espátula; se analizaron un total de 115 muestras correspondientes a diez colectas. Cada crecimiento visible fue referido a un número de muestra, las cuales se fijaron *in situ* en formalina al 4% e incorporadas a la sección ficológica del herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM (FCME), con la clave PA del proyecto flora ficológica de la huasteca potosina.

Los datos de temperatura, pH y conductividad, se obtuvieron mediante un analizador electroquímico Jenway 3405 y un conductímetro YSI-33, el oxígeno disuelto se midió con un oxímetro YSI-5700. La velocidad de la corriente se midió con un medidor Swoffer modelo 2100 en algunos casos, en otros se estableció una escala cualitativa, donde alta corresponde a 1.2 m/seg., y baja a 0.5 m/seg. La iluminación se estimó empleando el criterio del horizonte visible utilizado por Johansson (1982) donde insolación muy alta => 80% del horizonte visible, alta = 60-80%, media = 40-60%, baja = 20-40% y muy baja =< 20%, en algunos casos, en otros se empleó un fotómetro digital marca Quantum. El calcio se midió por el método de valoración colorimétrica con titriples III frente a ácido calconcarboxílico, o bien por medio de la dureza total empleando reactivos Aquamerck (cuadro 2).

Cuadro 2. Datos ambientales de las localidades de estudio.

Localidad	T °C	pH	Conductividad µs/cm	Velocidad de corriente m/seg	O <sub>2</sub> mg/l	Calcio mg/l	Intensidad luminosa mex candles
Nacimiento	24-24.5	7.4-8	800-1270	0.63-1.0x	8.2-8.4	250	Muy baja (1.1 x 1000 orilla) Muy alta (8.95x 1000 centro)
El Salto	23-29	7.7-8	700-1053	2.4	8.6	230	Muy alta (8.42x 1000)
El Mico	23.5-26.5	8.0	700	Baja-Media	7.6-8.2	372	Muy baja (0.35x 1000 sombra)
Micos	24-28.5	7.8	600-980	1.2	7.6	214	Muy baja (1.32x 1000)
		7.6	987	-	-	225	Muy baja
Santa Anita	24.5-26	6.8	1100-1237	1.3-8.5	4.4	280	Muy alta (8.8 x 1000)
Tanchachín	26	7.5-8	1120	0.5-1.5	8	260	Muy alta (7.8 x 1000) Muy baja
Puente de Dios	23-25	7-7.8	1400-1860	Suave Media	6.5 8.3	244 260	- Muy baja (0.18x 1000)
Río Gallinas	25-28	8	600-1086	Suave	7.8	170	-
Nacimiento Choy	25-27.5	7-7.2	1100-1128	Suave	6.8	194	Muy baja
Río Claro	24-27.5	7.5-8	350-393	Media con turbulencia	3.2	100	Baja (2.95 x 1000)
Nacimiento Coy	23	7	800	Baja	-	200	Muy baja
Tamboque	24	7.4	143	Suave	2.4	314	Muy baja
Vinasco	23-26	7.4-8.5	340-400	Media	-	74	Muy alta
Huesteta	23.5	7.5	264	Media-Alta	-	60	Muy alta
Huichihuayan	20	7-8	220-250	1.2	8.2	54	Muy baja

Para la determinación taxonómica, de cada muestra se mineralizó una parte, y los frústulos de diatomeas se limpiaron de acuerdo a la técnica de oxidación ácida y montadas en resina Naphrax® (St. Clair & Rushforth 1976, *in*: Rushforth, Kaczmarek & Johansen 1984). Se realizaron 3 preparaciones por muestra (Rott & Pfister, 1988). La intención del estudio es conocer las especies de diatomeas en la huasteca, por lo que no se realizaron conteos para evaluar la abundancia, que es una forma de expresión de las poblaciones, importante de considerar para estudios ecológicos.

Para la observación de los frústulos, se utilizaron un microscopio Zeiss Standard 14 con tubo de dibujo (Universidad de Buenos Aires, Argentina) y un Reichert Zetopan con contraste de fase interferencial y cámara fotográfica incorporados (UNAM); cada fotografía fue tomada con contraste de fases interferencial. Las medidas morfométricas de las especies se llevaron a cabo con un ocular micrométrico Reichert (10x) de American optical.

A continuación, presento la técnica de limpieza utilizada (St. Clair & Rushforth 1976, *in*: Rushforth, Kaczmarek & Johansen *op. cit.*). En el apéndice 2, se muestran una serie de técnicas existentes, que son importantes para los diversos estudios que se realizan sobre diatomeas:

- 1.- Pesar y/o medir las muestras.
- 2.- Colocar en matraces de 100 ml.
- 3.- Añadir 20 ml de agua destilada.
- 4.- Añadir 10 ml de ácido nítrico.
- 5.- Calentar lentamente y hervir hasta que disminuya el líquido a 20 ml, pero evitar un calentamiento que salpique la muestra.
- 6.- Añadir un poco de dicromato de potasio y hervir 5 minutos más.
- 7.- Enfriar a temperatura ambiente.
- 8.- Colocar las muestras en tubos de centrifuga hasta los 14 ml. Centrifugar cada vez por 10 minutos.
- 9.- Resuspender la muestra hasta que se vea homogénea.
- 10.- Centrifugar y decantar 6 veces y después de la última, llenar a 10 ml en vez de 14 ml.
- 11.- Hacer las preparaciones (poner las diatomeas en cubreobjetos y secar en parrilla).
- 12.- Colocar Naphrax® en un portaobjetos (añadir un poco de tolueno como solvente a la resina).
- 13.- Calentar hasta que el Naphrax® se licue por 3 segundos. Cuidar que salgan los vapores del portaobjetos.
- 14.- Inmediatamente después de remover el portaobjetos del calor, colocar un cubreobjetos con las diatomeas en la resina caliente. El Naphrax® hervira un poco más. Colocar el portaobjetos en la parrilla para que la resina hierva nuevamente y remover tan pronto ocurra.
- 15.- Eliminar las burbujas.

La determinación de especies se realizó exclusivamente con microscopía de luz con la ayuda claves y descripciones referidas en los trabajos de Hustedt (1930, 1930a, 1959); Sieminska (1964); Patrick & Reimer (1966, 1975); Germain (1981); Sarode & Karnat (1984); Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b).

En cada taxón se anotan las referencias que sirvieron en la determinación taxonómica y que aportan información ecológica y biogeográfica en algunos casos. Para la distribución a nivel mundial, es claro que no se cuenta con todas las obras para hacer un análisis fino de esta información, pero considero que el mencionar las grandes regiones como son América, Africa, Asia y Europa permiten tener una visión general sobre cuestiones de distribución, así mismo aquellos registros para las especies que se mencionan como cosmopolitas; estoy claro que hablar de estas categorías aún es muy amplio, pues no es lo mismo hablar de América del norte que del sur, pero para los fines informativos del presente estudio, considero que es un buen inicio para futuros trabajos con mayor profundidad.

Se incluye una breve diagnosis de los rasgos morfométricos más importantes de las especies descritas; en el apéndice 1 se presentan los caracteres más importantes para las especies de los géneros registrados. También se mencionan las variables ambientales retomadas por Lowe (1974) donde el objetivo fue compilar, estandarizar y centralizar información de variables como son pH (Hustedt, 1937-1938); nutrientes (Smith, 1966); salinidad modificación de Kolbe's, 1927, (Hutchinson, 1957 y Christiansen & Reimer, 1968); para saprobies la primera propuesta fue hecha por Kolkwitz & Marsson (1908), después Schoeman, 1973, Cholnoky, 1953, 1958 y 1968; velocidad de corriente (Hustedt, 1937-1938), todos *In*: Lowe *op.cit.*, además para saprobies se consultaron las obras Sláděček (1973) y Sláděček *et al.* (1981); para formas de vida se consultó a Round (1984); también se incluyen datos obtenidos por el autor. Las abreviaciones utilizadas se refieren en el cuadro 3, y corresponden a cada una de las variables consideradas.

Sólo se refieren los sinónimos más conocidos de acuerdo a las referencias consultadas. La presentación de las descripciones se organizó siguiendo el esquema de clasificación de Simonsen (1979), y arregladas alfabéticamente; las descripciones genéricas fueron tomadas de Bourrelly (1968) algunas, y otras de Patrick & Reimer (1966, 1975). Se ilustran gráficamente las especies en su mayoría con fotografías y en algunos casos con dibujos.

#### Acerca del muestreo

Quiero mencionar aspectos importantes para el entendimiento del muestreo como el vínculo de estudio. La muestra juega un papel fundamental, ya que es la unidad de contacto entre lo que se observa en el campo y lo que se analiza posteriormente en el laboratorio (unidad tigmica). Es la vinculación entre la realidad biológica y la construcción epistemológica. Por ello es importante obtener con detalle datos bióticos y abióticos, lo que implica que toda la información que se puede obtener permita la vinculación entre la realidad biológica (ontología) y lo que se percibe (construcción epistemológica).

El registro y la muestra constituyen el medio de obtener información. Con los datos obtenidos se puede generar un patrón de comparación, el cual trasciende la ubicación espacio-temporal, ya que sobrepasa la expresión eventual de las especies a través de la continuidad de los caracteres. La muestra representa en términos del proceso biológico, un evento ubicado en tiempo y espacio, permitiendo una confrontación entre el patrón y la muestra. De la muestra colectada, se forma una unidad tigmica (González-González, 1992) que es la unidad de contacto con la realidad y está formada por la muestra, más la intención que se tiene en relación a lo que pretendemos estudiar. Por lo tanto, la muestra puede tener diferentes intenciones y valores. Es importante enfatizar que las descripciones sean objetivas y detalladas a fin de permitir la confrontación entre lo real y lo que se obtiene.

Cuadro 3.- Variables ambientales reunidas por Lowe (1974).

Espectro de pH <b>pH</b>	Acidobióntico Acidófilo Neutral Alcalifilo Alcalibióntico	menos 5.5 menos 7 alrededor 7 sobre 7 aguas alcalinas
Espectro de nutrientes <b>en</b>	Eutrófico Mesotrófico Oligotrófico Distrófico	alto moderado bajo rico en materia orgánica
Espectro de salinidad (concentración de sal, mg/l) <b>es</b>	Polihalobio Euhalobio Mesohalobio rango alfa rango beta Oligohalobio halófilo indiferente halofobo Eurihalobio	sobre 40,000 formas marinas 30,000 a 40,000 formas de aguas salobres 500 a 30,000 10,000 a 30,000 500 a 10,000 formas de aguas dulce menores de 500 estimulado por pequeñas concentraciones tolerantes a pequeñas concentraciones no tolerante a pequeñas concentraciones amplio rango
Espectro de saprobies (nitrógeno heterotrófico) <b>ss</b>	Polisaprobio Mesosaprobio rango alfa rango beta Oligosaprobio Saprobifílico Sapróxeno Saprobifóbico	zona de degradación, putrefacción, oxígeno ausente zona donde oxidación de desechos orgánicos ocurre contaminación fuerte en forma de amino ácidos contaminación en forma de compuestos de amonio zona de biodegradación de compuestos completa aguas contaminadas y habitat's con aguas limpias habitat's con aguas limpias y con contaminación aguas que no estan expuestas a contaminantes
Espectro de corriente <b>ec</b>	Limnobióntico Limnófilo Indiferente Reófilo Reobióntico	sólo aguas estancadas aguas estancadas, pueden estar en aguas corrientes común en aguas con flujo y estancadas aguas corrientes, pueden estar en aguas estancadas sólo en aguas corrientes

Continuación cuadro 3.

<b>Habitat general</b>  <b>hg</b>	<b>Marino</b> <b>Estuario</b> <b>Lago</b> <b>Poza</b> <b>Rio</b> <b>Manantial y corriente</b> <b>Aerófilo</b> <b>Otros</b>	oceanos y mares estuarios y habitat's de aguas salobres cuerpos continentales de aguas estancadas pequeños cuerpos de agua estancados grandes corrientes pequeñas corrientes habitat's no sumergidos varios
<b>Forma de vida</b>  <b>fv</b>	<b>Euplancctónico</b> <b>Ticoplancctónico</b> <b>Perifítico</b> <b>epipélico</b> <b>epilitico</b> <b>epidéndrico</b> <b>epifítico</b> <b>epizoico</b> <b>béntico</b> <b>libre</b>	suspendido en el agua asociado con perifiton o habitat's terrestres sobre sustrato y sumergido sobre objetos sobre lodo sobre rocas sobre madera sobre plantas sobre animales normalmente sésil normalmente libre
<b>Espectro de temperatura (T°C)</b>  <b>et</b>	<b>Eutermal</b> <b>Mesotermal</b> <b>Oligotermal</b> <b>Estenotermal</b> <b>Metatermal</b> <b>Euritermal</b>	aguas calientes, 30 aguas templadas, 15 a 30 aguas frías, 0 a 15 no mayor a 5 5 a 15 15 o más

## RESULTADOS

Mediante el análisis sistemático se identificaron 128 especies, incluidas en 33 géneros, de los cuales 10 especies se ubican dentro del orden centrales y 118 del orden pennales. Se obtuvieron un total de 24 taxa infraespecíficos (18.7%), particularmente variedades. Los géneros con mayor número de especies fueron *Cymbella* (17), *Navicula* (13), *Nitzschia* (12) y *Gomphonema* (10); los géneros con una sola especie *Stephanodiscus*, *Actinocyclus*, *Pleurosira*, *Terpsinoe*, *Anomoeoneis*, *Berkella*, *Capartogramma*, *Neidium*, *Stauroneis*, *Campylodiscus* y *Cymatopleura* (tabla 1).

Las especies con amplia distribución en las localidades de la zona de estudio fueron *Synedra ulna* (15), *Amphipleura pellucida* (14), *Cocconeis placentula* var. *placentula* (11), *Navicula radiosa* (9), *Synedra goulardii* (8), *Amphipleura lindheimeri* (8), *Gyrosigma nodiferum* (8), *Diploneis ovalis* (7) y *Pinnularia interrupta* (7). Las especies con distribución restringida (una localidad) en la cuenca baja de la huasteca potosina fueron 50, que corresponde a un 38.4 % del total (tabla 2).

En relación al número de especies por localidades de estudio se obtuvo lo siguiente, ordenados de mayor a menor: El Salto (59), Micos (58), El Meco (56), Puente de Dios (50), Nacimiento El Salto (46), Huichihuayan (22), Tanchachin (16), Nacimiento del Choy (12), Gallinas (11), Nacimiento del Coy (8), Huestetita (8), Vinasco (7), Santa Anita (6), Río Claro (6) y Tambaque (2).

El número de especies coincidentes de este estudio con los registros de la literatura para los estados de la República Mexicana, fueron: para Puebla (60), San Luis Potosí (41), México central (39), Guanajuato (32), Morelos (26), Hidalgo (20), Michoacán (16), Oaxaca (9), Yucatán (7), Coahuila (6), Jalisco (5), Tlaxcala (5), Veracruz (1) y Campeche (1). Las especies que han sido registradas por la literatura, con una mayor distribución en los estados del país son: *Synedra ulna* (11), *Cocconeis placentula* (9), *Cyclotella meneghiniana* (8), *Gomphonema gracile* (8), *Amphora ovalis* (7), *Cymbella mexicana* (7), *Rhopalodia gibba* (7), *Terpsinoe musica* (6), *Gomphonema parvulum* (6) y *Nitzschia amphibia* (6).

Para la agrupación de las regiones en el mundo, el número de registros en común con el presente estudio fue para Europa (112), América (96), África (65), Asia (55) y registrados como cosmopolitas (90) (tabla 2).

En la tabla 3 se presenta una síntesis de la información ambiental registrada en la literatura para las especies de este estudio. A continuación se resumen algunos de estos resultados. Del total de especies de este estudio, considerando sólo a aquellas que se expresan en una categoría de las variables ambientales (especies de estrecho intervalo de expresión o estenotípicas) que son coincidentes con los datos fisicoquímicos de la huasteca son alcalifilo, oligotrófico, oligohalobio, reófilo, río, perifítico y mesotermal, se obtuvieron 80 especies. Así tenemos 39 que coinciden con un pH alcalifilo; 8 con espectro de nutrientes oligotrófico; 23 coinciden con salinidad oligohalobia; 15 con corriente reófila; 6 coinciden con habitat general río; 6 con forma de vida perifítico y 30 con temperatura mesotermal, estos resultados se muestran en la figura 2. Es

importante mencionar que los nutrientes no fueron evaluados en el campo, pero se consideran aguas no contaminadas, pues el origen o manantiales de los ríos es cercana a los puntos de colecta. Considero que esta y otras variables deben de medirse con precisión en futuros estudios en la zona.

Del número de especies antes citadas cabe resaltar a *Actinocyclus normani* como una especie con pH alcalifilo, corriente reófila y temperatura mesotermal; *Synedra ulna* var. *biceps* con pH alcalifilo, nutrientes oligotrófico y salinidad oligohalobia; *Achnanthes biasolettiana* con pH alcalifilo, nutrientes oligotrófico y temperatura mesotermal; *Caloneis bacillum* con pH alcalifilo, corriente reófila y temperatura mesotermal; *Cymbella mexicana* pH alcalifilo, forma de vida perifítico y temperatura mesotermal; *Cymbella prostrata* var. *auerswaldii* pH alcalifilo, nutrientes oligotrófico y corriente reófila; *Navicula capitata* var. *hungarica* pH alcalifilo, corriente reófila y forma de vida perifítico; *Denticula elegans* pH alcalifilo, salinidad oligohalobia y *Denticula tenuis* corriente reófila, habitat general río y temperatura mesotermal. Estas y otras especies se muestran en la figura 3, como posibles indicadoras ambientales. Las tablas 2 y 3; figura 3, se encuentran al final de las descripciones.

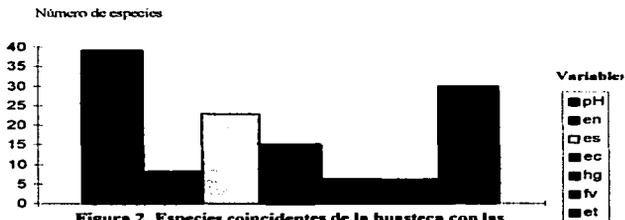


Figura 2. Especies coincidentes de la huasteca con las variables de la literatura.

Tabla 1. Diatomeas presentes en la huasteca potosina.

Esquema según Simonsen (1979).

**Orden Centrales****Suborden Coccinodiscineae****Familia Thalassiosiraceae Lebour 1930, emend. Hasle 1973***Cyclotella meneghiniana* Kützing 1844*Cyclotella pseudostelligera* Husted 1939*Cyclotella quillensis* Bailey 1922*Cyclotella stelligera* Cleve & Grunow (in Van Heurck) 1882*Stephanodiscus* sp.**Familia Melosiraceae Kützing 1844***Melosira lineata* (Dillwyn) Agardh 1824*Melosira undulata* (Ehrenberg) Kützing 1844**Familia Coccinodiscaceae Kützing 1844***Actinocyclus normanii* (Gregory ex Greville) Husted 1977**Suborden Biddulphiineae****Familia Biddulphiaceae Kützing 1844****Subfamilia Biddulphioidae Schütt 1896***Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère 1982*Terpsinoe musica* Ehrenberg 1841**Orden Pennales****Suborden Araphidineae****Familia Diatomaceae Dumortier 1822***Fragilaria capucina* var. *gracilis* (Østrup) Husted 1950*Fragilaria capucina* Desmazieres 1825 var. *radians* (Kützing)

Lange-Bertalot

*Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow 1862 var.*construens**Synedra gouldii* Brébisson*Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg 1832 var. *ulna**Synedra ulna* var. *amphirhynchus* (Ehrenberg) Grunow\**Synedra ulna* var. *biceps* (Kützing) Kirchner in Cohn*Synedra ulna* var. *dantica* (Kützing) Van Heurck 1885*Synedra ulna* var. *subaequalis* (Grunow) Van Heurck 1885**Suborden Raphidineae****Familia Eunotiaceae Kützing 1844**\**Eunotia minor* (Kützing) Grunow in Van Heurck 1881*Eunotia procrupia* var. *hidens* (Ehrenberg) Grunow 1843**Familia Achnantheaceae Kützing 1844**\**Achnanthes bisolettiana* Grunow in Cleve & Grunow 1880*Achnanthes inflata* (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow1880 var. *inflata*\**Achnanthes inflata* var. *clata* (Leuduger-Fortmorel)

Husted 1937

*Achnanthes minutissima* Kützing 1833*Achnanthes minutissima* var. *pseudotuscula* Manguin\**Achnanthes wolterecki* Husted 1937*Cocconeis pediculus* Ehrenberg 1838*Cocconeis placentula* Ehrenberg 1838 var. *placentula**Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) 1854) Grunow 1884*Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) 1843) Van Heurck 1880-1885**Familia Naviculaceae Kützing 1844***Amphipleura lindheimeri* Grunow 1862*Amphipleura pellucida* (Kützing) var. *pellucida* 1844*Amphora copulata* (Kützing) Schoeman & Archibald 1986*Amphora ovalis* (Kützing) Kützing 1844*Amphora pediculus* (Kützing) Grunow 1880*Anomoeoneis vitrea* (Grunow) Ross 1966\**Berkella linearis* Ross & Sims 1978*Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve 1894\**Caloneis silicula* var. *elliptica* (Frenguelli) Frenguelli 1941*Caloneis ventricosa* (Ehrenberg) Meister 1912*Capartogramma crucicula* (Grunow ex Cleve) Ross 1963*Cymbella affinis* Kützing 1844*Cymbella cymbiformis* Agardh 1830*Cymbella delicatula* Kützing 1849 var. *delicatula**Cymbella gracilis* (Ehrenberg) 1843) Kützing 1844*Cymbella hustedii* Krasske 1923*Cymbella laevis* Nägeli in Kützing 1849*Cymbella mexicana* Cholnoky 1995*Cymbella mexicana* (Ehrenberg) Cleve 1894*Cymbella microcephala* Grunow in Van Heurck 1880*Cymbella minuta* Hilse ex Rabenhorst 1862 var. *minuta**Cymbella muelleri* Husted 1938\**Cymbella naviculiformis* (Auerwald) Cleve 1894*Cymbella prostrata* (Berkeley) Cleve 1894*Cymbella prostrata* var. *auerswaldii* (Rabenhorst) Reimer*Cymbella silicula* Bleisch in Rabenhorst 1864*Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck 1880*Cymbella tumida* Grunow in A. Schmidt et al. 1875*Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve 1891\**Diploneis marginestrata* Husted 1922*Diploneis oblongella* (Nägeli) Cleve-Euler 1922*Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve 1891*Diploneis subovalis* Cleve 1894*Gomphonema affine* Kützing 1844\**Gomphonema angustum* Agardh 1831*Gomphonema brasiliense* Grunow 1878 var. *brasiliense**Gomphonema gracile* Ehrenberg 1838\**Gomphonema grovei* var. *lingulatum* (Husted) Lange-Bertalot 1985*Gomphonema grunowii* Patrick 1975*Gomphonema intricatum* var. *vibrio* (Ehrenberg) Cleve 1894

## Continuación tabla 1.

- Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing 1849  
 \**Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot 1979  
*Gomphonema truncatum* Ehrenberg 1832
- Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst 1853  
*Gyrosigma nodiferum* (Grunow) Reimer 1966  
*Gyrosigma scalproides* (Rabenhorst) Cleve 1894  
*Gyrosigma spencerii* (Quekett) Griffith & Henfrey 1856
- Mastogloia elliptica* (Agardh) Cleve 1893  
*Mastogloia smithii* Thwaites 1856  
*Mastogloia smithii* var. *lacustris* Grunow 1878
- Navicula capitata* Ehrenberg 1838 var. *hungarica* (Grunow) Ross 1947  
*Navicula capitatoradata* Germain 1981  
*Navicula charlatti* Peragallo 1921  
*Navicula cryptocephala* Kützing 1844 var. *cryptocephala*  
*Navicula cryptocephala* Lange-Bertalot 1985  
*Navicula cuspidata* (Kützing) Kützing 1844 var. *cuspidata*  
*Navicula goeppertiana* (Bleisch) H.L. Smith 1874-1879  
*Navicula pseudotuscula* Hustedt 1943  
*Navicula radiosa* Kützing 1844 var. *radiosa*  
 \**Navicula rutneri* var. *chilensis* Krasske  
*Navicula schroeweri* Meister 1932 var. *schroeweri*  
 \**Navicula subtilissima* Cleve 1891  
*Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg 1838 var. *rostellata* (Kützing) Cleve 1895
- Neidium affine* (Ehrenberg) Pfitzer var. *amphirhynchus* (Ehrenberg) Cleve 1894
- Pinnularia interrupta* W. Smith 1853  
*Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg 1843
- Stauroneis phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg 1843
- Familia Epithemiaceae Grunow 1860**  
*Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson 1838  
*Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing 1844
- Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller 1895 var. *gibba*  
*Rhopalodia gibba* var. *venricosa* Kützing H. & M. Peragallo 1897-1908
- Familia Nitzschiaeae Grunow 1860**  
*Denticula elegans* Kützing 1844  
*Denticula kuetzingii* Grunow 1862  
*Denticula tenuis* Kützing 1844  
*Denticula valida* (Pedicino) Grunow in Van Heurck 1881
- Nitzschia amphibia* Grunow 1862  
 \**Nitzschia angustata* (W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow 1880  
*Nitzschia clausii* Hantzsch 1860

- Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow 1862 var. *dissipata*  
 \**Nitzschia dissipata* var. *media* (Hantzsch) Grunow 1881  
 \**Nitzschia grunowii* (Cleve) Hasle sensu Servant-Vikdary 1984  
*Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst 1860  
*Nitzschia intermedia* Hantzsch ex Cleve & Grunow 1880  
*Nitzschia levidensis* (W. Smith) Grunow in Van Heurck 1881  
 var. *salinarum* (Grunow) Krammer y Lange-Bertalot  
*Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith 1853  
*Nitzschia palva* (Kützing) W. Smith 1856  
*Nitzschia sinuata* (Thwaites? In W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow 1880

**Familia Surirellaceae Kützing 1844***Campylodiscus hibernicus* Ehrenberg 1845*Cymatopleura elliptica* (Brébisson) W. Smith 1851

- \**Surirella acuminata* Hustedt 1922 in Schmidt *et al.* 1874  
*Surirella bifrons* Ehrenberg 1843  
*Surirella constricta* W. Smith 1851  
*Surirella linearis* W. Smith 1853  
 \**Surirella linearis* W. Smith 1853 var. *helvetica* (Brun) Meister 1912  
*Surirella ovalis* Brébisson 1838  
*Surirella robusta* Ehrenberg 1841  
*Surirella tenera* Gregory 1856

\*nuevos registros para México.

Orden Centrales  
Suborden Coscinodiscineae  
Familia Thalassiosiraceae Lebour 1930, emend. Hasle 1973

*Cyclotella* Kützing

Valva circular, raramente elíptica y de poca altura; solitarias o reunidas en colonias por medio de un gel (en tubo, en filamento o en paquete). Algunas veces cerdas de flotación, gelatinosas o silicosas. Ornamentación de las valva consiste en una zona marginal con estriación radial y un campo medio liso u ornamentado. Con numerosos plastos discoidales.

*Cyclotella meneghiniana* Kützing 1844

(Lámina 1, fig. a)

Sinónimos: *Surirella melosiroides* Meneghini

*Cyclotella melosiroides* Meneghini

*C. salina* Marsson

*C. meneghiniana* var. *vogesiaca* Grunow, Van Heurck

*C. rectangula* Brébisson

*C. meneghiniana* var. *rectangulata* Grunow, Van Heurck

*C. meneghiniana* var. *binotata* Grunow, Van Heurck

Hustedt, 1930, pág.341-344, fig. 174; Lowe, 1974, pág.93; Germain, 1981, pág.32, Pl.7, fig.1-9 y 154 M.E.T. fig.1; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.77; Sarode & Kamat, 1984, pág.21, Pl.1, fig.11; Maidana, 1985, pág.43, Lám.1, fig.9, Lám.22, figs.1-2; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.44, fig.44:1-10; Valadez, 1992, pág.103, Lám.18, fig.2; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123. Muestras FCME PA 1916, PA 2595, PA 2604, PA 2606, PA 2691, PA 3180, PA 3184, PA 3188, PA 3305, PA 3323, PA 3344, PA 3348.

Células en forma de tambor, más ancha que alta; diámetro 7-14.15  $\mu\text{m}$ , superficie valvar ligeramente ondulada, estrias muy marcadas, forman un anillo en la periferia de la valva; estrias 8-9/10  $\mu\text{m}$  con márgenes lisos, las cuales limitan la zona central de la periferia; zona central con estrias radiales poco marcadas; dos nódulos visibles cercanos al centro de la célula, que corresponden a los procesos reforzados.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Puente de Dios, Vinasco.

Distribución en México: Michoacán (Pátzcuaro: Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); Hidalgo (Huasca, San Miguel Regla, Ortega, 1984; Chang, 1989); Yucatán (Sánchez, 1985); México central (Metcalf, 1985, 1988); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993, Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: América: Argentina (Córdoba: Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989; Misiones: Maidana, 1985; Buenos Aires: Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); Brasil (Lobo y

Torgan, 1988); Cuba (Toledo, s.f.c); USA (Whitford, 1956, 1958; Whitford & Schumacher, 1963; Whitford, 1964; Lowe, 1974; Gale, Gurzynski & Lowe, 1979; Cook & Whipple, 1982); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: central (Hustedt, 1930; Krammer & Lange-Bertalot, 1991b); occidental (Germain, 1981); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); España (Murcia, Alicante: Aboal y Llimona, 1984a, 1984b; Aboal, 1986, 1988, 1989b, 1989c); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986).

**Ecología:** al interior de la cuenca, se presenta en condiciones de flujo de agua, como manantiales, rápidos. Forma parte de crecimientos filamentosos, tapetes, películas. Sobre cantos rodados, en sustrato de  $\text{CaCO}_3$ . Epifito, perifítico.  $T=25.5^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}=7$ ,  $C=1300 \mu\text{s/cm}$ .

$\text{pH}$ = alcalifilo-alcalibiontico, indiferente;  $\text{en}$ = eutrófico, oligotrófico;  $\text{es}$ = mesohalobio, oligohalobio, halofilo;  $\text{ss}$ = polisaprobio, alfa mesosaprobico;  $\text{ec}$ = indiferente;  $\text{hg}$ = río, rambla, lago, pozas, manantial, marismas;  $\text{fv}$ = euplanctónico, ticoplanctónico, perifítico, epilítico;  $\text{et}$ = eutermal, mesotermal. Conductividad 400-20,000  $\mu\text{s/cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.83 mg/lit. Plánctica y béntica, epifito, metafítica frecuentemente sobre las macrofitas en los depósitos litorales. Soportan la contaminación de los ríos así como una salinidad - 10 partes 100 de sal, considerándose netamente eurihalino; aguas semiduras; indiferente al calcio.

#### ***Cyclotella pseudostelligera* Hustedt 1939**

(Lámina 1, fig. b)

Lowe, 1974, pág.96; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.50, fig.49:5-7; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestras FCME PA 3180, PA 3185.

Células cilíndricas; diámetro 5  $\mu\text{m}$ , superficie valvar con estrias continuas, estrias radiales 14-16/10  $\mu\text{m}$ ; zona central con estrias radiales, márgenes lisos.

Krammer & Lange-Bertalot (1991a) reportan una densidad de estrias mayor (18-22/10  $\mu\text{m}$ ).

**Distribución local:** El Salto.

**Distribución en México:** México central (Metcalfe, 1988); Guanajuato (García, 1997).

**Distribución geográfica:** *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); posiblemente cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1991a).

**Ecología:** planctico, perifítico.

$\text{pH}$ = indiferente;  $\text{en}$ = oligotrófico;  $\text{es}$ = indiferente, oligohalobio;  $\text{ss}$ = alfa mesosaprobio, oligosaprobio;  $\text{ec}$ = limnófilo;  $\text{hg}$ = lago;  $\text{fv}$ = euplanctónico. Lago.

***Cyclotella quillensis* Bailey 1922**

(Lámina 1, fig. c)

Battarbee, Meister & Bradbury, 1982, *In*: Mann, 1984, pág.173-184.  
Muestra FCME PA 3344.

Células cilíndricas; diámetro 38.46-43  $\mu\text{m}$ ; superficie valvar y zona central con estrias radiales finas, con irregulares hileras de puntos; estrias 11/10  $\mu\text{m}$ ; zona marginal con espinas localizadas al final de cada estria, espinas 5/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Puente de Dios.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1988).

Distribución geográfica: *América*: Canada (Lago Quill: Battarbee, Keister & Bradbury, 1982); USA (Dakota del Sur: Battarbee, Keister & Bradbury, 1982).

Ecología: interfase aire-agua entre *Vaucheria* sp. (Xanthophyceae). Perifítico.

pH= alcalibiontico; hg= lago, sedimentos fósiles de lago. Salinidad= 7.2-102.8 g l<sup>-1</sup>; conductividad=7,000-63,000  $\mu\text{s/cm}$ . Lago Quill, Canada; sedimentos holocenos del lago Medicine, Dakota del Sur.

***Cyclotella stelligera* Cleve & Grunow (in Van Heurck) 1882**

(Lámina 1, fig. d)

Sinónimos: *Cyclotella meneghiniana* var. ? *stelligera* Grunow

*C. meneghiniana* var. *stellulifera* (Grunow) Van Heurck

Hustedt, 1930, pág.339-340, fig.172; Lowe, 1974, pág.97; De Wolf, 1982; Germain, 1981, pág.34, Pl.8, fig.14-18; Sarode & Kamat, 1984, pág.22, Pl.1, fig.14; Maidana, 1985, pág.44, Lám.1, fig.11; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.50, fig.49:1a-4; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123. Muestras FCME PA 3180, PA 3185, PA 3188.

Células cilíndricas aplanadas, bastante onduladas, diámetro de 7-9.5  $\mu\text{m}$ , consideradas como formas pequeñas; la región central está ocupada por estrias radiales muy visibles, que convergen en un punto central. Con un anillo de estrias periféricas, que rodea al primer anillo de estrias centrales concéntricamente; estrias periféricas 15-16/10  $\mu\text{m}$ .

El número de estrias periféricas en 10  $\mu\text{m}$  es mayor que el reportado en la bibliografía, Germain (1981) (10-12), Hustedt (1930) (10-12) y Sarode & Kamat (1984) (12-14).

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1988); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Hustedt, 1930; Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a).

Ecología: presente en zonas de deslizamiento de agua entre pozas. Rápido. Forma parte de crecimientos filamentosos adheridos al sustrato, natas de Zygnematales flotantes. Perifítico.

pH=alcalifilo-alcalibiontico, indiferente; en= eutrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, halofilo, indiferente; ss= mesosaprobico, saprobico; ec= limnobiótico, indiferente; hg= río, rambla, lago, pozas, manantial, marismas, turberas; fv= euplanctónico, ticoplanctónico, perifítico, epilítico; et=eutermal, mesotermal. Conductividad 400-20,000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.83 mg/lit. Plánctica, medios ligeramente salobres; turberas; indiferente al calcio.

*Stephanodiscus* Ehrenberg 1846

Borde de la valva con un círculo de cortas espinas, del que parten las series radiales de poros muy finos, que se pierden hacia la región central. Células solitarias o en grupos que forman cadenas cortas, Célula discoidal o cilíndrica.

*Stephanodiscus* sp.

(Lámina 1, fig. e)

Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.65.

Muestra FCME PA 3344.

Células discoidales; diámetro 43.41  $\mu\text{m}$ , estrias 9/10  $\mu\text{m}$  exterior, 15-18/10  $\mu\text{m}$  interior.

Distribución local: Puente de Dios.

Distribución en México: sin datos.

Distribución geográfica: sin datos.

Ecología:

Crece entre *Vaucheria* sp. (Xanthophyceae), en el límite aire-agua, zona de terrazas. Perifítico. Sin datos.

Familia Melosiraceae Kützing 1844

*Melosira* C. Agardh 1824

Células cilíndricas más largas que anchas, formas filamentosos uniseriados unidos por la superficie valvar. Espinas de sílice que unen a las células. En vista circular se observa una cintura lisa o sulcus; el manto presenta poros. Vista valvar circular con poros dispuestos radialmente. Varios plastos discoidales.

***Melosira lineata* (Dillwyn) Agardh 1824**

(Lámina 1, fig. f)

Germain, 1981, pág.22, figs.3-7; Sarode & Kamat, 1984, pág.20, Pl.1, fig.6; Carmona, 1990, pág.50, fig.37; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.10, Pl.7, figs.1-9; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.

Muestras FCME PA 2062, PA 2071, PA 2332, PA 2334, PA 2342, PA 2345, PA 2347, PA 2353, PA 3132, PA 3166.

Células cilíndricas que forman pseudofilamentos; diámetro 11.2-16.3  $\mu\text{m}$ , 6.7-6.88  $\mu\text{m}$  de altura.

Schoeman (1973) y Sarode & Kamat (1984), la reportan como *Melosira juergensii* Agardh 1824.

Distribución local: Nacimiento Choy, Huichihuayan.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: Murcia, Alicante, España (Aboal y Llimona, 1989, Aboal, 1986, 1988, 1989c); occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973).

Ecología: perifítico. Ampliamente distribuida en manantiales con velocidad de corriente de media a baja. T=20-26°C, pH=7-7.6, C=300-800  $\mu\text{s/cm}$ .

pH= alcalifilo; es= beta mesohalobio, oligohalobio; ss= beta mesosaprobio; hg= río, rambla; fv= adherida. Aguas salobres, litorales del sur de las costas francesas.

***Melosira undulata* (Ehrenberg) Kützing 1844**

(Lámina 1, fig. g)

Sinónimo: *Gallionella undulata* Ehrenberg

Germain, 1981, pág.38, Pl.6, figs.1-5; De Wolf, 1982; Carmona, 1990, pág.51, fig.38; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.16, Pl.6, figs.6-8.

Muestra FCME PA 2356.

Células cilíndricas; superficie valvar con estrias radiales; dos procesos labiados; puntos en vista cingular muy visibles; diámetro 41.2-50  $\mu\text{m}$ ; células de 30-32  $\mu\text{m}$  de altura, líneas longitudinales de puntos 18-22/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Huichihuayan.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *Europa*: occidental (Germain, 1981).

Ecología: epifito, perifítico. Dentro de la caverna del manantial. T=21-21.5°C, pH=7.  
es= oligohalobio, indiferente; hg= río; fv= euplanctónico. Sin datos.

Familia Coscinodiscaceae Kützing 1844

*Actinocyclus* Ehrenberg 1837

Células circulares o elípticas, con nódulo marginal u ocelo, algunas veces con una corona de espinas marginales o submarginales. Poros o areolas dispuestos en series radiales de variable longitud.

Se realizó el cambio del nombre genérico de *Coscinodiscus* Ehrenberg por *Actinocyclus* Ehrenberg. Para mantener el esquema taxonómico propuesto por Simonsen (1979), se mantuvo el nombre de la familia.

*Actinocyclus normanii* (Gregory ex Greville) Hustedt 1957

(Lámina 1, fig. h)

De Wolf, 1982; Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988; Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág. 88, fig. 80:3-5, 81:1-5, 82:1-7; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág. 122.

Muestras FCME PA 2559, PA 2595, PA 2606, PA 2651, 2698.

Célula circular; diámetro 127-135.5 µm; densidad de estrias 4/10 µm.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Meco, Micos, Puente de Dios.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *América*; Argentina (Córdoba: Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988; Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989); *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1991a).

Ecología: perifítico. Pozas con flujo de agua. T=25.5°C, pH=7, C=1300 µs/cm.

pH= alcalifilo; en= mesotrófico; es= beta mesohalobio, oligohalobio; ss= alfa mesosaprobio; ec= reófilo; fv= euplanctónico; et= mesotermal. Sin datos.

Suborden Biddulphiineae

Familia Biddulphiaceae Kützing 1844

Biddulphioideae Schütt 1896

*Pleurosira* (Meneghini) Trevisan 1848

Valvas con contornos elípticos, con cimas cónicas salientes, poros o areolas radiales, algunas veces con espinas. En vista cingular se observan las cinturas intercalares; vista valvar convexa con polos salientes. Células solitarias, o agragadas en zig zag.

***Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère 1982**

(Lámina 1, fig. i)

Sinónimo: *Biddulphia laevis* Ehrenberg

Smith, 1950, pág.470, fig.378; Bourrelly, 1968, pág.274, Pl.57, figs.1.2; Lowe, 1974, pág.67; De Wolf, 1982; Maidana, 1985, pág.50, Lám.1, fig.2; Carmona, 1990, pág.51, fig.39; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.86, Pl.83, figs.1-4, Pl.84, figs.1-4; Valadez, 1992, pág.106, Lám.18, fig.6; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.  
Muestras FCME PA 2540, PA 3311, PA 3348.

Vista valvar, frústulo cilíndrico o subcilíndrico con dos ocelos evidentes en cada polo. Dos procesos labiados dispuestos simétricamente respecto al eje apical. Largo 74-87.12 µm, ancho 48.9-60 µm.

Lowe (1974) y De Wolf (1982) la reportan como *Biddulphia laevis* Ehrenberg.

Distribución local: Nacimiento El Salto, Puente de Dios, Río Claro.

Distribución en México: Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Córdoba, Buenos Aires: Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988; Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989; Vinocer, O' Farrell e Izaguirre, 1994); USA (Smith, 1950; Whitford, 1956; Whitford & Schumacher, 1963; Lowe, 1974); Norte América (Sheath & Cole, 1992); *Europa*: (Heureck, 1899); España (Murcia, Alicante, Jaén, Albacete: Aboal y Llimona, 1984b, 1989; Aboal, 1986, 1988, 1989c); occidental (Bourrelly, 1968); Rusia (Gollerbach & Krasavina, 1977); Alemania (Hustedt, 1959); Inglaterra (Round, Crawford & Mann, 1990); central (Krammer & Lange-Bertalot, 1991a); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994).

Ecología: epífito, perífítico. T=25-25.5°C, pH=7, C=1300 µs/cm.

pH= alcalifilo, alcalibiontico, indiferente; es= mesohalobio, oligohalobio; ss= mesosaprobio, oligosaprobio; ec= reófilo; hg= río, manantial, estuario, represas en trópicos; fv= perífítico, epilítica, epífito, euplancónico; et= mesotermal, eutermal. Conductividad 400-20,000 µs/cm. Fosfatos totales 0.02-0.83 mg/lt. Manantiales de agua dura; en aguas salobres forma grandes masas parduzcas.

*Terpsinoe* Ehrenberg 1841

En vista valvar es alargada con márgenes ondulados, superficie plana sin prolongaciones salientes. Vista cingular ancha, cuadrangular con contornos salientes internos de la vlvava, estos frecuentemente son perpendiculares al plano valvar y junto con el eje apical, forman verdaderos tabiques que se curvan y engrosan con su borde.

***Terpsinoe musica* Ehrenberg 1841**

(Lámina I, fig. j)

Bourrelly, 1968, pág.276, Pl.58; Maidana, 1985, pág.48, Lám.1, figs.8, 10; Ortega, 1985, pág.82, Pl.22, figs.12-13; Avila, 1988; Carmona, 1990, pág.52, fig.40; Valadez, 1992, pág.106, Lám.19, fig.1; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.40, Pl.I, fig.2a-b; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.

Muestras FCME PA 2064, PA 2342, PA 2534, PA 2535, PA 2540, PA 2589, PA 2924, PA 2931, PA 2933, PA 3165, PA 3166, PA 3169, PA 3348.

Valva oblonga con márgenes ondulados; extremos rostrado capitados con un pseudocelo en cada ápice; proceso labiado central. Largo 89.5-130  $\mu\text{m}$ , ancho 100-125  $\mu\text{m}$  en vista cingular.

Distribución local: Nacimiento El Salto, Micos, Puente de Dios, Nacimiento Choy, Huichihuayan.

Distribución en México: Laguna de Términos, Campeche (Loyo, 1966); Hidalgo, Veracruz (Ortega, 1984); Puebla (Tehuacán: Avila, 1985; Cuesta, 1993); Morelos (Valadez, 1992); Yucatán (Sanchez, 1985); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1990); Cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Whitford, 1956; Luttenton, Pfister & Timpano, 1986); *Europa*: central (Hustedt, 1930; Heurck, 1899); occidental (Bourrelly, 1968); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); Norteamérica (Sheath & Cole, 1992).

Ecología: río con aporte de manantiales. Perifítico, epífito, epipélico, adherido. T=20-27°C, pH=7-8, C=300-1500  $\mu\text{S/cm}$ .

es= mesohalobio; ec= reófilo; hg= río, manantial, laguna, canal de riego, cenotes, corrientes, paredon, aerófilo; fv= perifítico, epilítico, epífito, euplancónico; et= mesotermal. Distribución restringida a la región tropical y subtropical. Niveles bajos de materia orgánica. Aguas con baja conductividad. Entre rizoides de *Marchantia* (Hepática) (Ortega, 1984).

Orden Pennales

Suborden Araphidineae

Familia Diatomaceae Dumortier 1822

***Fragilaria* Lyngbye 1819**

Células isopolares, solitarias o agrupadas en colonias. Vista valvar fusiforme o naviculoide. En la zona apical se observa estriación fina y un pseudorafe. Existe en algunas especies un desfazamiento de estrias en la región media, de uno o ambos lados de la valva.

***Fragilaria capucina* var. *gracilis* (Østrup) Hustedt 1950**

(Lámina 2, fig. b)

Patrick & Reimer, 1975, pág. 144, Pl.6, fig.2; Sarode & Kamat, 1984, pág.28, Pl.1, fig.25; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.123, Pl.110, figs.8-12, Pl.111, figs.1-3, Pl.113, figs.22-26; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.  
Muestra FCME PA 2543.

Valvas lineal-lanceoladas, con extremos capitados, redondeados; área axial lineal angosta; área central rectangular llegando a los márgenes; estrias paralelas en toda la valva. Largo 40.5-42  $\mu\text{m}$ , ancho 2.88-3.2  $\mu\text{m}$ ; estrias 15/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Puente de Dios.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Lowe, 1974).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente; en= oligotrófico, mesotrófico; es= oligohalobio; ss= oligosaprobio. Aguas con bajas conductividades.

***Fragilaria capucina* Desmazieres 1825 var. *radians* (Kützing) Lange-Bertalot**

(Lámina 2, fig. a)

Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág. 122, fig.109:17-18.  
Muestra FCME PA 2642.

Valvas lineal-lanceoladas, ensanchadas en la región central, con extremos capitados; área axial lineal; área central rectangular llegando a los márgenes; estrias paralelas en toda la valva. Largo 39.5-40.5  $\mu\text{m}$ , ancho 2.88-4  $\mu\text{m}$ ; estrias 8-15/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Puente de Dios.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a).

Ecología: perifítico; adherido. T=25°C, pH=7.

pH= indiferente; en= mesotrófico, oligotrófico. Aguas con alta conductividad.

***Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow 1862 var. *construens***

(Lámina 2, fig. c)

Sinónimo: *Synedra construens* (Ehrenberg) Williams & Round

Patrick & Reimer, 1966, pág.125, Pl.4, fig.4; Lowe, 1974, pág.136; Germain, 1981, pág.68, Pl.21, figs.1-5; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.85, Lám.24, figs.5-6; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a pág.153, fig.132: 1-34; 129: 21-27; 131: 5-6; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124. Muestra FCME PA 3323.

Valvas con simetría bipolar; ápices redondeados; márgenes convexos en el centro; área central ausente; área axial amplia lineal lanceolada. Largo 19  $\mu\text{m}$ , ancho 9  $\mu\text{m}$ ; estrias paralelas 17/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Micos.

Distribución en México: Hidalgo; Huasca; San Miguel Regla (Ortega, 1984); México central (Metcalfé, 1988); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *África*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico, mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= alfa mesosaprobio, oligosaprobio; ec= indiferente; hg= lagos, pozas, manantiales, corrientes; fv= euplanctónico, ticoplanctónico, perifítico, bentico, epifito; et= mesotermal, oligotermal, euritermal. Forma largas cadenas sobre las macrofitas de estanques; aguas lénticas, menos frecuente en aguas lóticas; indicador de aguas oxigenadas; indiferente al calcio.

*Synedra* Ehrenberg

Células solitarias, libres o fijas, se adhieren algunas veces por un polo, forman así las colonias, uniéndose al centro, y de forma radiada a todos los planos. Células son isopolares, rectilíneas. No tienen tabiques perforados, ni cresta interna saliente, ni cintura accesoria. La valva es finamente estriada, pero puede tener un área media lisa, regular o unilateral. Frecuentemente la valva es muy estrecha, alargada y cada valva está tapisada por un plasto con numerosos pirenoides.

***Synedra goulardi* Brébisson**

(Lámina 2, fig. d)

Sinónimo: *Synedra goulardi* Brébisson in Cleve & Grunow

Maidana, 1985, pág.58, Lám.2, fig.6, Lám.24, fig.4; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.476, fig.123:4.

Muestras FCME PA 2667, PA 3305, 3311, 3330.

Valvas lanceoladas, constreñidas en el centro; extremos rostrado capitados; área axial lineal, angosta; área central cuadrangular; estriás paralelas. Largo 69-73.5  $\mu\text{m}$ , ancho 9-11.5  $\mu\text{m}$ ; estriás 9/10  $\mu\text{m}$  central, 10/10  $\mu\text{m}$  polos.

Maidana (1985) la reporta como *Frugilaria ulna* var. *goulardii* (Brébisson) Lange-Bertalot.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Tanchachin, Río Claro, Vinasco, Huestetita.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1988).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Provincia de misiones: Maidana, 1985); *Europa*: (Krammer & Lange-Bertalot, 1991a).

Ecología: perifítico. Pozas. T=25.5°C, pH=7, C=1300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .  
Sin datos.

***Synedra ulna* (Nitzsche) Ehrenberg 1832 var. *ulna***  
(Lámina 2, fig. e)

Sinónimos: *Bacillaria ulna* Nitzsche

*Frustulia splendens* Kützing

*Synedra bicurvata* Beine ex Rabenhorst

*S. lanceolata* Kützing

*S. splendens* Kützing

*S. ulna* var. *lanceolata* Grunow

*S. ulna* var. *splendens* (Kützing) Van Heurck

Hustedt, 1930, pág.151-152, figs.158-159 (a,b), 1959, pág.195-198, fig.691 A a-c; Patrick & Reimer, 1966, pág.148-149, Pl.7, figs.1-2; Lowe, 1974, pág.326; Germain, 1981, pág.76, Pl.24 y 168, fig.8; Ortega, 1984, pág.89; Sarode & Kamat, 1984, pág.31-32, Pl.2, fig.37; Maidana, 1985, Lám.2, fig.5, Lám.24, figs.1-3; Avila, 1985, 1989, pág.20; Navarro, 1988; Tavera y González-González, 1990; Valadez, 1992, pág.108, Lám.19, fig.4; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág. 43, Pl. 1, fig.7 (a-d).  
Muestras FCME PA 980, PA 984, PA 1916, PA 2063, PA 2068, PA 2071, PA 2107, PA 2332, PA 2334, PA 2335, PA 2342, PA 2343, PA 2345, PA 2347, PA 2354, PA 2556, PA 2557, PA 2604, PA 2645, PA 2649, PA 2651, PA 2664, PA 2665, PA 2666, PA 2667, PA 2683, PA 2689, PA 2698, PA 2929, PA 2930, PA 2932, PA 3141, PA 3180, PA 3182, PA 3185, PA 3186, PA 3188, PA 3305, PA 3307, PA 3311, PA 3321, PA 3327, PA 3330, PA 3338, PA 3341, PA 3344, PA 3347, PA 3351, PA 3353, PA 3356.

Valva lineal con extremos ligeramente atenuados; área axial estrecha, de forma cuadrangular, con estriás pequeñas en la región central hacia los márgenes de la valva. Largo (113) 210-311  $\mu\text{m}$  (575), ancho 5.4-9.5  $\mu\text{m}$  (10.5); estriás 8-9/10  $\mu\text{m}$  (central) y 8-9/10  $\mu\text{m}$  (polos).

Con medidas de largo y ancho más grandes que las reportadas por Patrick & Reimer (1966) 75-100  $\mu\text{m}$  de largo, (50-350  $\mu\text{m}$ ); 5-9  $\mu\text{m}$  de ancho; Germain (1981) reporta hasta 500  $\mu\text{m}$  de longitud. Maidana (1985) la reporta como *Fragilaria ulna*, 69-358  $\mu\text{m}$  de largo.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Santa Anita, Tanchachín, Puente de Dios, Río Gallinas, Nacimiento del Choy, Río Claro, Nacimiento Coy, Tambaque, Vinasco, Huestetita, Huichihuyan.

Distribución en México: Coahuila, Saltillo, Puebla, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Hidalgo (Ortega, 1984); Yucatán (Sánchez, 1985); Puebla (Tehuacán: Avila, 1985, 1989; Navarro, 1988; Ibarra, 1992; Cuesta, 1993); Oaxaca (Figueroa, 1984; Tavera y González-González, 1990); Cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994); México central (Kusel-Fetzmann, 1973; Metcalfé, 1985, 1988); Valle de México (Flores-Granados, 1980); Hidalgo (Chang, 1989); Texcoco (Bradbury, 1971); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993); Morelos (Valdez, 1992); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Córdoba: Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988; Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989; Buenos Aires: Vinocur, O'Farrell e Izaguirre, 1994); Brasil (Lobo y Torgan, 1988; Contin y de Oliveira, 1993); Perú (Lima: Acleto, 1966); USA (Whitford, 1956, 1958; Willson & Forest, 1957; Phillips, 1958; Whitford & Schumacher, 1963; Patrick & Reimer, 1966; Whitford & Kim, 1971; Czarniecki, 1979); Norteamérica (Sheath & Cole, 1992); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Hustedt, 1930; Germain, 1981); Alemania (Skuja, 1949; Britton, 1944; Bavaria: Bock, 1961); Polonia (Sieminska, 1964); Rusia (Gollerbach & Krasavina, 1977); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); Austria (Rott & Pfister, 1988); España (Murcia, Albacete: Aboal y Llimona, 1984b; Aboal, 1988, 1989b; Reservorio La Minilla: Casco & Toja, 1991); *Africa*: (Schoeman, 1973; Archibald & Schoeman, 1987); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1991a).

Ecología: especie de amplia distribución en la cuenca. Presente en manantiales, rápidos, pozas. Forma parte de mechones filamentosos, tapete, tufo, película. Epifito, perifítico, epilítico. En manantial con velocidad de corriente de media a baja. T=20-27°C, pH=7-8, C=300-1500  $\mu\text{s/cm}$ .

pH= alcalifilo, indiferente; en= eutrófico; es= eurihalobio, oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobico, beta mesosaprobio, saproxeno; ec= indiferente; hg= río, manantial, canales de riego, lagos, pozas, sedimentos fósiles de lago, aerófilo; fv= euplancónico, perifítico, epilítico, epifito; et= eutermal, euritermal, mesotermal, oligotermal. Conductividad 400-20,000  $\mu\text{s/cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.83 mg/lit. Ampliamente distribuido en agua dulce; indiferente al calcio; no es un buen indicador ecológico.

***Synedra ulna* var. *amphirhynchus* (Ehrenberg) Grunow**  
(Lámina 2, fig. f)

Sinónimos: *Synedra amphirhynchus* Ehrenberg

*S. vitrea* Bory ex Kützing

*S. ulna* var. *vitrea* (Bory ex Kützing) Van Heurck

Hustedt, 1930, pág.154, fig.167, 1959, pág.200, fig. 691 A (c); Patrick & Reimer, 1966, pág.149-150, Pl.7, figs.6-7; Ortega, 1984, pág.89; Sarode & Kamat, 1984, pág.32, Pl.2, fig.39; Navarro, 1988; Avila, 1989, pág.20.

Muestras FCME PA 2667, PA 3321.

Valva lineal con ápices ligeramente capitados; estemon muy estrecho; área central ausente; estriás paralelas a lo largo de la valva. Largo 219.25  $\mu\text{m}$ , ancho 6.25  $\mu\text{m}$ ; estriás 9/10  $\mu\text{m}$  (central), 8-9/10  $\mu\text{m}$  (polos).

Sarode & Kamat (1984) reportan intervalos más grandes (largo: 356-400  $\mu\text{m}$ , ancho: 9.5-10  $\mu\text{m}$ ).

Distribución local: El Salto, Micos.

Distribución en México: Coahuila, Saltillo (Ortega, 1984); Puebla (Tehuacán: Navarro, 1988; Avila, 1989).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: Alemania (Hustedt, 1930).

Ecología: presente en zona de deslizamiento de poza. Forma parte de crecimientos costrosos, tufos. Epífito.

en= eutrófico, mesotrófico. Reportada para aguas dulces, mesotrópicas hasta eutrópicas.

***Synedra ulna* var. *biceps* (Kützing) Kirchner in Cohn**  
(Lámina 2, fig. e')

Sinónimos: *Synedra biceps* Kützing

*Synedra longissima* W. Smith

*Synedra ulna* var. *longissima* (W. Smith) Brun

Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.146, fig.121:1-5; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.

Muestras FCME PA 2606, PA 2645, PA 2652.

Valvas lineal; área axial lineal angosta; estriás paralelas en toda la valva. Largo 510-586  $\mu\text{m}$ , ancho 8.5-10  $\mu\text{m}$ ; estriás 6/10  $\mu\text{m}$  (central); 7/10  $\mu\text{m}$  (polos).

Krammer & Lange-Bertalot (1991a) la consideran dentro de *Fragilaria ulna*.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1991a)

Ecología: perifítico. T=25.5°C, pH=7, C=1300 µs/cm.

pH= alcalifilo; en= oligotrófico; es= oligohalobio. Sin datos.

***Synedra ulna* var. *danica* (Kützing) Van Heurck 1885**

(Lámina 2, fig. g)

Sinónimos: *Synedra danica* Kützing

Hustedt, 1930, pág.154, fig.168, 1959, pág.200-201, fig. 691 A (f); Patrick & Reimer, 1966, pág. 151, Pl.7, fig.10; Germain, 1981, pág.78. Pl.25, figs.7-8; Ortega, 1984, pág.90-91; Sarode & Kamat, 1984, pág.32-33, Pl.2, fig.41.

Muestras FCME PA 984, PA 1930, PA 3188.

Valva de forma lineal lanceolada, con los extremos valvares ligeramente hinchados; pseudorafe estrecho, con un área central transversal, formada por pequeñas estrias hacia los márgenes en ésta región. Largo 158-231.25 µm, ancho 5-7 µm; con estrias paralelas, 8-10/10 µm (central), 8-11/10 µm (polos).

Es más grande que la reportada por Patrick & Reimer (1966) (120-200 µm). Sarode & Kamat (1984) reportan intervalos más pequeños (largo 130.6-145 µm, ancho 3.5-4.5 µm).

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: Estado de México, Almoloya del Río, Lerma (Ortega, 1984); México central (Metcalf, 1988).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Hustedt, 1930; Germain, 1981).

Ecología: presente en canal de corriente que comunica a dos pozas vecinas, charco con sustrato pedregoso. Forma parte de crecimientos filamentosos adheridos al sustrato, flóculos flotantes. Perifítico.

en= eutrófico; fv= euplancónico. Reportada como forma planctónica en ambientes eutróficos, y en aguas dulces; soportan pequeñas cantidades de sal.

***Synedra ulna* var. *subaequalis* (Grunow) Van Heurck**

(Lámina 2, fig. h)

Sinónimo: *Synedra subaequalis* Grunow in Van Heurck

Patrick & Reimer, 1966, pág.154, Pl.7, fig.5; Sarode & Kamat, 1984, pág.33, Pl.2, fig.44.

Muestra FCME PA 984.

Valva lineal, con un ligero estrechamiento en los extremos, terminando con apices redondeados; pseudorafe estrecho, con área central ausente. Largo 288.3 µm, ancho 4.59 µm; estrias paralelas de tamaño pequeño, 10/10 µm (central), 9/10 µm (polos).

Sarode & Kamat (1984) reportan el intervalo del ancho de la valva más grande (6.5-7.5 µm).

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1988).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Karnat, 1984).

Ecología: presente en un canal de corriente con flujo suave, que comunica a dos pozas vecinas. Forma parte de crecimientos filamentosos adheridos al sustrato. Perifítico.

Sin datos. Reportadas para aguas con bajo contenido de minerales.

Suborden Raphidinea

Familia Eunotiaceae Kützing 1844

*Eunotia* Ehrenberg 1837

Células libres, fijas, o agrupadas en colonias en línea. Valvas isopolares, en vista valvar se observa el eje redondeado, margen ventral recto, cóncavo o raramente convexo; margen dorsal convexo, algunas veces ondulado; nódulos polares. En vista cingular se observa el rafe. Superficie valvar finamente estriada, estrias punteadas perpendiculares al eje longitudinal recurvado. Las estrias son interrumpidas por una línea hialina conocida como pseudorafe.

*Eunotia minor* (Kützing) Grunow in Van Heurck 1881

(Lámina 2, fig. i)

Sinónimos: *Himantidium minus* Kützing 1884

*Eunotia pectinalis* var. *minor* (Kützing) Rabenhorst 1864

*Eunotia pectinalis* var. *minor* (Kützing) Grunow in Van Heurck 1881

Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.196, fig.142:7-15; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestra FCME PA 3180.

Valvas con margen ventral ligeramente cóncavo y el dorsal convexo; extremos más angostos que el cuerpo principal; estrias curvadas concéntricamente en los extremos. Largo 53 µm, ancho 7 µm; estrias 9-10/10 µm.

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1991a).

Ecología: zona de deslizamiento entre pozas, entre filamentos de zygnetatales. Perifítico.

pH= acidófilo, indiferente; en= oligotrófica; es= oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobio; fv= epilítico. Aguas templadas.

***Eunotia praerupta* var. *bidens* (Ehrenberg) Grunow 1843**

(Lámina 2, fig. j)

Sinónimos: *Eunotia bidens* Ehrenberg 1841

*Eunotia sarek* Berg 1939

*Eunotia sarekensis* Cleve-Euler 1953

Patrick & Reimer, 1966, pág.196, Pl. 11, fig.5; Germain, 1981, pág.88, Pl.30, figs.1-6; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.92, Pl.24, fig.22; Maidana, 1985, pág.72, Lám.4, fig.2, Lám.25, figs.1,2; Carmona, 1990, pág.55, fig.43; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a, pág.187, fig.148:11-12; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.

Muestras FCME PA 2334, PA 2357, PA 2358, PA 2930, PA 3132, PA 3166.

Valvas arqueadas con márgen ventral cóncavo, márgen dorsal convexo; extremos de las valvas redondeados en los ápices; estriás paralelas en el centro de la valva, radiales hacia los polos. Largo 104.5-107 µm, ancho 13.75 µm; estriás 14/10 µm. Largo ancho en una proporción de 10:1-12:1.

Distribución local: Huichihuayan, Nacimiento del Choy.

Distribución en México: México central (Metcalfe, 1985, 1988); Estado de México (Texcoco: Bradbury, 1971); Yucatán (Sanchez, 1985); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1990). Ehrenberg, 1869, reporta a la especie para el Estado de México.

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Buenos Aires: Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); *Europa*: occidental (Germain, 1981; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986).

Ecología: perifítico. Velocidad de corriente lenta, intensidad luminosa de media a baja. T=26-27°C, pH=7-7.6, C=800 µs/cm.

pH= acidófilo, alcalifilo; es= oligohalobio, halofobo; ss= oligosaprobio; ec= reofilo; hg= arroyo, aerófilo, sedimentos fósiles de lagos, cenotes; fv= euplanctónico; et= mesotermal, eutermal. Conductividad 400-20,000 µs/cm. Fosfatos totales 0.02-0.57 mg/l. Arroyo.

Familia Achnantheaceae Kützing 1844

***Achnanthes* Bory de St. Vincent 1822**

Células fijas generalmente por un corto estilo gelatinoso, solitarias o coloniales. Valva con rafe, con nódulos, es cóncava angulosa, la valva sin rafe es convexa. El rafe es recto o torcido en forma de "S"; la vista conectiva es angulosa, plegada en forma de ángulo obtuso. Vista valvar es isopolar, con un contorno estirado, alargado, fusiforme o naviculoide en lanceta, raramente

redondeado. Con uno o dos plastos por célula o numerosos plastos pequeños. Ornamentación en general idéntica sobre las dos valvas, consiste en estrias muy finas, o en series de gruesos poros. Frecuentemente el área media hialina es alargada en forma de cruz o fascia, donde la gran rama sigue al rafe o al pseudorafe, y donde la pequeña rama, transapical, es perpendicular a la primera. El pseudorafe generalmente axial medio aunque algunas veces es excéntrico.

***Achnanthes biasolettiana* Grunow in Cleve & Grunow 1880**

(Lámina 3, fig. a)

De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.52, Pl.4, fig.103; Krammer & Lange-Bertalot, 1991b, pág.62, 63, fig.36:1-31, fig.35:5-6; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág. 122.  
Muestras FCME PA 2651, PA 3185.

Valva elíptica lanceolada; rafe lineal; área axial lineal lanceolada; área central ancha; estrias paralelas finas a lo largo de la valva. Largo 19-31  $\mu\text{m}$ , ancho 4.5-5  $\mu\text{m}$ ; estrias 20-25/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: El Meco, El Salto.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: (Krammer & Lange-Bertalot, 1991a); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994).

Ecología: en poza entre una nata flotante de zygnematales. Perifítico.

pH= alcalifilo; en= oligotrófico; es= mesohalobio, oligohalobio; fv= epifito; et= mesotermal.  
Aguas calcáreas; aguas con alta conductividad.

***Achnanthes inflata* (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow 1880 var. *inflata***

(Lámina 3, fig. b)

Sinónimos: *Stauroneis inflata* Kützing  
*Achnanthes ventricosa* Ehrenberg

Patrick & Reimer, 1966, pág.279, Pl.19, figs.15-16; Germain, 1981, pág.115; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.55, Pl.5, fig.115; Maidana, 1985, pág.86, Lám.5, figs.1,2, Lám.26, figs.1,2; Avila, 1988; Carmona, 1990, pág.56, fig.44; Krammer & Lange-Bertalot, 1991b, pág.6 fig.2:9-12, fig.3:1-3; Valadez, 1992, pág.110, Lám.20, fig.2; Cuesta, 1993, pág.68, Lám.IV, fig.23; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.46, Pl.II, fig.13a-b; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.122.  
Muestras FCME PA 2332, PA 2333, PA 2334, PA 2335, PA 2343, PA 2345, PA 3132, PA 3137, PA 3139, PA 3344, PA 3348, PA 3353.

Valvas hinchadas por el centro y extremos largos capitados; rafe lineal, ligeramente sinuoso en el área axial; estrias punteadas, paralelas, radiales en los polos. Largo 21-32  $\mu\text{m}$ , ancho 8.6-10  $\mu\text{m}$ ; estrias 10/10  $\mu\text{m}$ ; 10-12 puncta/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: El Salto, El Meco, Puente de Dios, Nacimiento Coy, Huichihuayan.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán: Avila, 1989; Cuesta, 1993); Morelos (Valadéz, 1992); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1990); Cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Córdoba: Martínez de Fabricius *et al.*, 1988; Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989); Brasil (Contín y de Oliveira, 1993); Cuba (Toledo, s.f.c.); USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: Polonia (Sieminska, 1964); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1991b).

Ecología: perifítico. Ampliamente distribuida en manantial Huichihuayan. T=20-26°C, pH=7-7.8, C=300 µs/cm.

pH= alcalifilo; es= oligohalobio, indiferente; ss= mesosaprobio; ec= reófilo, limnofilo; hg= aerófilo, paredones, cascadas, arroyos, corrientes, lago, principalmente manantial; fv= edáfico, epifito; et= eutermal, mesotermal. Bajo contenido de materia orgánica; especie tropical; aguas semiduras.

***Achnanthes inflata* var. *elata* (Leuduger-Fortmorel) Hustedt 1937**

(Lámina 3, fig. c)

Sinónimo: *Navicula elata* Leud-Fortm.

Patrick & Reimer, 1966, pág.280, Pl.19, figs.17-18; Maidana, 1985, pág.86, Lám.5, figs.1-2, Lám.26, figs.1-2.

Muestras FCME PA 2649, PA 3185.

Valva lineal-elíptica, con giba en el centro, y con extremidades rostradas forma sólo una ondulación; superficie valvar arqueada y ondulada longitudinalmente; rafé valvar con una línea ligeramente sinuosa en la región central; estrias punteadas ligeramente radiales en la región central. Largo 63.04 µm, ancho 12-16 µm; estrias 11/10 µm.

Distribución local: El Salto, El Meco.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1966).

Ecología: presente en poza con flujo suave de agua. Forma parte de nata de filamentos flotante de Zygnematales, mechones de filamentos, películas. Perifítico.

pH=alcalifilo; es=oligohalobio; ss= mesosaprobio; ec= reófilo, limnofilo; hg= aerófilo, paredones, cascadas, arroyos, corrientes, lago, principalmente manantial; fv= edáfico, epifito; et= eutermal. Aguas neutras y alcalinas.

***Achnanthes minutissima* Kützing 1833**

(Lámina 3, fig. d)

Sinónimos: *Achnanthes minutissima* Kützing*Achnanthes minutissima* var. *cryptocephala* Grunow*Achnanthes minutissima* f. *curta* Grunow

Patrick & Reimer, 1966, pág. 253, Pl.16, figs.9-10; Lowe, 1974, pág.46; Germain, 1981, pág.109; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.58, Pl.5, fig.122; Maidana, 1985, pág.89, Lám.5, fig.17, Lám.26, figs.3-6; Krammer & Lange-Bertalot, 1991b, pág.56, fig.32:1-24, fig.35: 1-2; Ibarra, 1992, pág.18; Cuesta, 1993, pág.69, Lám.IV, fig.25; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.122. Muestras FCME PA 2107, PA 3185.

Valvas lanceoladas o lineal lanceoladas con extremos rostrados a rostrado-capitados; rafe recto, área axial lineal angosto, área central asimétrica; estrias muy finas, indistinguibles con microscopía de luz. Largo 11.9 µm, ancho 3 µm.

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: México central (Metcalfe, 1988); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992; Cuesta, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973; Archibald & Schoeman, 1987); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente (aparecen en gran número con pH= 6.5-9); en= eutrófico, mesotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= mesosaprobio, beta mesosaprobio, oligosaprobio; ec= indiferente, reoñilo; hg= río, arroyos, charcas, manantial, presa; fv= perifítico, béntico, epifito; et= euritermal, mesotermal. Euritópico; aguas bastante mineralizadas; buen indicador de altas concentraciones de oxígeno en aguas alcalinas; indiferente al calcio y hierro.

***Achnanthes minutissima* var. *pseudotuscula* Manguin**

(Lámina 3, fig. e)

Hustedt, 1930, pág.199, fig.282, 1959, pág.381-382, fig.826; Patrick & Reimer, 1966, pág.254, Pl.16, figs.11-12; Sarode & Kamat, 1984, pág.51, Pl.4, fig.100 (a-b); Navarro, 1988. Muestras FCME PA 2107, PA 2645, PA 2649.

Valva lineal, en el centro ligeramente hinchada con extremos redondeados; rafe valvar con área axial estrecha, con stauros, rafe filiforme, con fines distales indistintos; estrias radiales marcadamente en el centro, con un desfazamiento de estrias en ésta región. Largo 23-24.03 µm, ancho 3.87-4 µm; estrias 23-26/10 µm (centro, sin rafe), 26-30 (polos, con rafe).

Es ligeramente más larga que la reportada por Patrick & Reimer (1966) (14-23  $\mu\text{m}$ ), identificada como *Achnanthes affinis* Grunow.

Distribución local: El Salto, El Meco, Micos.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán: Navarro, 1988).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: Bélgica (Hustedt, 1930, 1959).

Ecología: presente en poza sin corriente, sobre sustrato lodoso. Forma parte de crecimientos en colonias hemisféricas, natas, mechones de filamentos, películas. Epipélico, perifítico.

pH= indiferente (aparecen en gran número con pH= 6.5-9); es= oligohalobio; hg= río, arroyos, charcas, manantial, presa; fv= béntico, epífito. Tolerantes a gradientes ambientales (Euritópico); aguas alcalinas.

***Achnanthes woltrecki* Hustedt 1937**

(Lámina 3, fig. f)

Schmidt, *et al.* 1874, Lám.410: 25-28.

Muestra FCME PA 3323.

Valva lineal lanceolada con extremos rostrado capitados; área axial lineal lanceolada; área central ancha; rafe líeal. Largo 20  $\mu\text{m}$ , ancho 3.9  $\mu\text{m}$ ; estrias ventrales 25/10  $\mu\text{m}$  vista sin rafe; ventrales 30/ 10  $\mu\text{m}$  vista con rafe. Estrias punteadas en vista sin rafe.

Distribución local: Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *Europa*: Schmidt, *et al.* 1874.

Ecología: perifítico.

Sin datos.

***Cocconeis* Ehrenberg 1837**

Células libres o epifitos sobre algas y plantas acuáticas. Fijas por la valva al rafe (hipoteca) liso, valva superior (epiteca) abombada con un pseudorafe axial. Frústulo con un contorno elíptico regular, polos largamente redondeados. Valvas frecuentemente con ornamentación diferente, la valva sin rafe tiene una escultura más vigorosa que la valva con rafe. Ornamentación consiste de estrias punteadas o lineadas (puntos largos), perpendiculares al eje apical; algunas veces el margen es liso o con una ornamentación particular de poros o de puntos. No tienen tabiques ni cinturas secundarias, frecuentemente se observan sobre el borde de las valvas los engrosamientos internos formando las cámaras rudimentarias. Con un sólo plasto con 1 o 2 pirenoides, tapizando la epiteca.

*Cocconeis pediculus* Ehrenberg 1838  
(Lámina 3, fig. g)

Sinónimos: *Cocconeis pediculus* var. *salina* Kützing

- C. communis* Héribaud
- C. pediculus* var. *minor* Kützing
- C. salina* Rabenhorst
- C. sigmoidea* Schumann
- C. tenera* Schumann
- C. pediculus* f. *orbicularis* A. Mayer
- C. pediculus* var. *rotunda* Brun & Héribaud

Hustedt, 1930, pág.188, fig.259, 1959, pág.350, fig.804; Patrick & Reimer, 1966, pág.240, Pl.15, figs.3-4; Lowe, 1974, pág.77; De Wolf, 1982; Germain, 1981, pág.104; Ortega, 1984, pág.96; Avila, 1989, pág.20; Ibarra, 1992, pág.20; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestras FCME PA PA 2604, PA 2645, PA 2651, PA 2652, PA 2667, PA 2683, PA 2698, PA 3185, PA 3311, PA 3323.

Valva ligeramente arqueada de forma elíptica, ensanchada en la región media; rafe con área axial lineal y estrecha, termina en un pequeño espacio semicircular cerca de los extremos de la valva; área central pequeña de forma más o menos circular; rafe filiforme que se extiende dentro del área central; extremos distales rectos; estrias curvadas de forma radial, finamente punteadas; no se extienden completamente al margen de la valva. Largo 22.56-25.3 µm, ancho 19.68-20 µm; estrias 19/10 µm en la región central, 19-20/10 µm cerca de los márgenes.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Río Claro.

Distribución en México: Estado de México (Ortega, 1984); Puebla (Tehuacán: Avila, 1989; Ibarra, 1992); Región central de México (Metcalf, 1985); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993).

Distribución geográfica: *América*: USA (West & Fritsch, 1927; Britton, 1944; Tiffany & Britton, 1952; Whitford, 1956; Patrick & Reimer, 1966; Weber, 1971); *Europa*: Alemania (Lindau, 1926; Gollerbach & Krasavina, 1977; Hustedt, 1930, Heurck, 1899); Polonia (Sieminska, 1964); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981; Round, Crawford & Mann, 1990); Austria (Rott & Pfister, 1988); España (Murcia, Albacete, Jaén: Aboal y Llimona, 1984a, 1984b; Aboal, 1986, 1988, 1989b, 1989c); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974).

Ecología: presente en zona de deslizamiento con corriente fuerte, plataforma con corriente fuerte, rápido, pozas. Forma parte de natas de filamentos flotante, mechones de filamentos, películas. Sobre cantos rodados. Epilítico, epífito. Reófilo. T=25.5°C, pH=7, C=1300 µs/cm.

pH= alcalifilo; en= eutrófico; es= beta mesohalobio, oligohalobio, halofilo, indiferente; ss= saprógeno, mesosaprobio, beta mesosaprobio; ec= reófilo, indiferente; hg= río, manantial, poza, aerófilo, carrizal; fv= epífito, epilítico; et= mesotermal. Aguas calcáreas; indiferente al calcio.

***Cocconeis placentula* Ehrenberg 1838 var. *placentula***

(Lámina 3, fig. h)

Sinónimos: *Cocconeis punctata* Schumann

- C. reichelti* A. Schmidt
- C. producta* A. Schmidt
- C. grovei* Østrup
- C. placentula* var. *gemina* A. Mayer
- C. ostrupii* Héribaud
- C. grosii* Héribaud
- C. concentrica* Ehrenberg
- C. punctata* Ehrenberg
- C. elongata* Ehrenberg

Hustedt, 1930, pág.189-190, fig.260; 1959 pág.347, fig.802 (a-b); Patrick & Reimer, 1966, pág.240, Pl.15, fig.7; Lowe, 1974, pág.80; Germain, 1981, pág.102; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.97, L.26, figs.11-12; Sarode & Kamat, 1984, Pl.4, fig.95; Novelo, 1985, pág.77, fig.68; Maidana, 1985, pág.94, Lám.5, figs.24-26, Lám.28, fig.3; Navarro, 1988; Tavera y González-González, 1990; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestras FCME PA 2094, PA 2095, PA 2096, PA 2101, PA 2102, PA 2110, PA, 2593, PA 2604, PA 2607, PA 2646, PA 2649, PA 2652, PA 2666, PA 2667, PA 2683, PA 2691, PA 2698, PA 3180, PA 3185, PA 3188, PA 3305, PA 3307, PA 3311, PA 3321, PA 3323, PA 3327, PA 3330, PA 3348, PA 3353.

Valva elíptica; bandas intercalares con extensiones rudimentarias cortas dentro de la cavidad valvar; rafe valvar con un área axial estrecha; área central pequeña; rafe filiforme; estrías curvadas radialmente, finamente puntuadas, las cuales se interrumpen cerca del margen por un área hialina, con una segunda área hialina a o largo de la valva hacia el margen, aislando así un área submarginal estriada. Largo 25-29  $\mu\text{m}$ , ancho 11.56-20  $\mu\text{m}$ ; estrías 20-22/10  $\mu\text{m}$  (central), 18-20/10  $\mu\text{m}$  (polos); estrías 19-20/10  $\mu\text{m}$  cerca de los márgenes hacia los extremos.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Santa Anita, Tanchachin, Puente de Dios, Río Claro, Nacimiento del Coy, Vinasco, Huetetita.

Distribución en México: Michoacán (Pátzcuaro: Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); Tlaxcala (Quintana, 1961); Estado de México (Texcoco: Bradbury, 1970, 1971); Región central de México (Kusel-Fetzmann, 1973); Guanajuato (Acámbaro: Ortega, 1984; García, 1997); Hidalgo, Atotonilco el grande (Ortega, 1984); Laguna de Victoria (Mendoza-González, 1985); Yucatán (Sánchez, 1985); Michoacán (Zinapécuaro: Ortega, 1984; Metcalf, 1985, 1988); Oaxaca (Sierra de Juárez: Tavera y González-González, 1990); Puebla (Tehuacán: Novelo, 1985; Navarro, 1988); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); Brasil (Lobo y Torgan, 1988); USA (Tiffany & Britton, 1952; Whitford, 1956; Patrick & Reimer, 1966; Whitford & Kim,

1971; Whitford & Schumacher, 1963, 1973; Lowe, 1974; Gale, Gurzynski & Lowe, 1979); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: Alemania (Hustedt, 1959); Austria (Rott & Pfister, 1988); España (Murcia, Albacete: Aboal y Llimona, 1984a, 1984b; Aboal, 1986, 1989b, 1989c; Casco y Toja, 1991); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); occidental (Heurck, 1899; Hustedt, 1930; Skuja, 1949; Germain, 1981); Polonia (Sieminska, 1964); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974).

**Ecología:** especie de amplia distribución en la cuenca. Presente en manantiales, rápidos, pozas. Forma parte de mechones de filamentos, tufos, película. Epifito. T=25.5°C, pH=7, C=1300 µs/cm.

pH= indiferente, alcalifilo; en= eutrófico; es= eurihalobio, indiferente, oligohalobio; ss= saprofóbico, mesosaprobio, alfa y beta mesosaprobio; ec= indiferente; hg= río, lago, poza, manantial, arroyo, canal de riego temporal, diatomita, pantanos litorales de lagos, cenotes, rambla; fv= perifítico, epifito, epilítico, ticoplanctónico, euplanctónico; et= eutermal, mesotermal. Comúnmente en aguas neutras hasta alcalinas; aguas salobres, no se encuentran en gran número; aguas calcáreas. Euritópico (tolerante a gradientes ambientales extremos) con una amplia distribución; epifito a plantas acuáticas; indiferente al calcio.

***Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg 1854) Grunow 1884**

(Lámina 3, fig. i)

Patrick & Reimer, 1966, pág.241, Pl.15, fig.8; Lowe, 1974, pág.78; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.96, Pl.26, fig.9; Sarode & Kamat, 1984, pág.49, Pl.4, fig.96; Maidana, 1985, pág.96, Lám.5, fig.25, Lám.28, figs.1,2; Cannona, 1990, pág. 57, fig.45; Ibarra, 1992, pág.19; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.47, Pl.II, fig.16a-c; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123. Muestras FCME PA 2062, PA 2332, PA 2333, PA 2334, PA 2335, PA 2339, PA 2342, PA 2345, PA 2357, PA 2358, PA 2556, PA 2558, PA 2926, PA 2929, PA 2930, PA 2931, PA 2932, PA 2933, PA 3132.

Estrías compuestas como máximo, por 5 poroides elongados. Largo 15-18 µm; ancho 10-13 µm; estrías 16-18/10 µm central; puntos 14/10 µm.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Mecco, Puente de Dios, Nacimiento Choy, Huichihuayan.

Distribución en México: Michoacán (Ortega, 1984); México central (Metcalfe, 1985, 1988); Oaxaca (Tavera y González-González, 1990; Tavera, Elster & Marvan, 1994); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Córdoba, Buenos Aires: Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989; Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); USA (Patrick & Reimer, 1966; Lowe, 1974); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: central (Hustedt, 1930; Krammer & Lange-Bertalot, 1991a); Polonia (Sieminska, 1964); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986).

**Ecología:** epifito, perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico, mesotrófico; es= oligohalobio, indiferente, halofilo; ss= oligosaprobio, mesosaprobio, beta mesosaprobio; ec=indiferente, reófilo; hg= lago, río, poza, aerófilo; arroyos, cascadas, cieno, en sedimentos de ríos, manantial sulfuroso; fv= euplanctónico, perifítico, epifito; et= mesotermal, eutermal. Conductividad 400-20,000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.83 mg/lit. Arroyos.

***Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenberg 1843) Van Heurck 1880-1885**

(Lámina 3, fig. j)

Sinónimos: *Cocconeis lineata* Ehrenberg

*C. lineata* var. *pygmaea* Pantocsek

*C. bonnieri* Héribaud & Peragallo

Hustedt, 1930, pág.190, fig.262; 1959 pág.348, fig.802 (c); Patrick & Reimer, 1966, pág.242, Pl.15, figs.5-6; Lowe, 1974, pág.79; Ortega, 1984, pág.96; Sarode & Kamat, 1984, pág. 50, Pl.14, fig.97; Maidana, 1985, pág.97, Lám.5, fig.23, Lám.27, fig. 1; Ibarra, 1992, pág.19; Valadez, 1992, pág.112, Lám.20, fig.3; Cuesta, 1993, pág.71, Lám.IV, fig.27; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123. Muestra FCME PA 1916, PA 2593, PA 2604, PA 2606, PA 2646, PA 3341, PA 3344.

Puntos distantes que que forman líneas longitudinales undulantes hialinas. Largo 27-33  $\mu\text{m}$ , ancho 13.95-16  $\mu\text{m}$ ; estriás 18-19/10  $\mu\text{m}$  (central) y 16-17/10  $\mu\text{m}$  (polos); estriás 19-20/10  $\mu\text{m}$  cerca de los márgenes hacia los extremos.

Patrick & Reimer (1966) reportan un intervalo mayor en el número de estriás del área axial (19-23/10  $\mu\text{m}$ ).

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Meco, Gallinas.

Distribución en México: colectada en cieno, en sedimentos de ríos y de un manantial sulfuroso. México Central (Ortega, 1984; Metcalfe, 1985, 1988); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992; Cuesta, 1993); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Córdoba, Buenos Aires: Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988; Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: Alemania (Hustedt, 1959); (Hustedt, 1930); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974).

Ecología: presente en rápidos. Forma parte de crecimientos filamentosos adheridos a lodo, tufos. Sobre cantos rodados. Epilítico, epifito.

pH= alcalifilo, indiferente; es= oligohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio, oligosaprobio; ec= indiferente, reófilo; hg= río, arroyos; fv= perifítico, epifito; et= eutermal. Conductividad 400-20,000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.83 mg/lit. Comúnmente en aguas circumneutrales hasta alcalinas; aguas salobres, no se presenta en gran número; euritópico; con amplia distribución; epifito a plantas acuáticas; soporta alta concentración de materia orgánica; aguas semiduras.

## Familia Naviculaceae Kützing 1844

*Amphipleura* Kützing 1844

En vista valvar las células son alargadas, fusiformes, lanceoladas. La vista conectiva muestra algunas veces las cinturas intercalares, pero jamás los tabiques. La valva presenta en su eje medio un nódulo central muy estrecho, muy alargado, que ocupa una gran parte del eje y se desdobra en los extremos en dos costillas paralelas, que se reúnen a un nivel de nódulos polares. El rafe se extiende entre estas dos partes furcadas. La estriación de las valvas es frecuentemente muy fina e invisible. Las células tienen dos plastos en lámina, con o sin pirenoide.

*Amphipleura lindheimeri* Grunow 1862

(Lámina 4, fig. a)

Sinónimos: *Amphipleura lindheimeri* Grunow*Amphipleura pellucida* var. *lindheimeri* (Grunow) Cleve

Patrick & Reimer, 1966, pág.303, Pl.21, figs. 1a-b; Maidana, 1985, pág.98, Lám.6, fig.1a-b, Lám.29, figs.1,2; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.263, fig.98:1-3; Valadez, 1992, pág.113, Lám.20, fig.5.

Muestras FCME PA 2595, PA 3323, PA 3327, PA 3330, PA 3341, PA 3344.

Valvas fusiformes con extremos redondeados; estrías transversales y longitudinales muy finas. Largo 117-155  $\mu\text{m}$ , ancho 22.5-25.5  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, Micos, Santa Anita, Tanchachin, Puente de Dios, Gallinas, Huestetita.

Distribución en México: Morelos (Valadéz, 1992).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Córdoba: Martínez de Fabricius *et al.*, 1988; Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989); USA (Patrick & Reimer, 1966); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

es= oligohalobio; ss= mesosaprobio; ec= reófilo; hg= arroyos; fv= perifítico, epilítico. Aguas con velocidad de corriente suave.

*Amphipleura pellucida* (Kützing) var. *pellucida* 1844

(Lámina 4, fig. b)

Sinónimos: *Frustulia pellucida* Kützing*Amphipleura pellucida* (Kützing) Kützing

Hustedt, 1930, pág.218, fig.321, 1959, pág.724, fig.1095; Patrick & Reimer, 1966, pág.303, Pl.21, figs.2a-b; Lowe, 1974, pág.48; Germain, 1981, pág.137, Pl.51, fig.1, 1bis; De Wolf, 1982; Krammer

& Lange-Bertalot, 1986, pág.263, fig.98:4-6; Navarro, 1988; Carmona, 1990, pág.58, fig.46; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.122.

Muestras FCME PA 1916, PA 1930, PA 2062, PA 2107, PA 2330, PA 2332, PA 2334, PA 2335, PA 2342, PA 2541, PA 2606, PA 2607, PA 2645, PA 2646, PA 2649, PA 2652, PA 2689, PA 2691, PA 2698, PA 2933, PA 3142, PA 3180, PA 3182, PA 3185, PA 3188, PA 3190, PA 3305, PA 3307, PA 3323, PA 3327, PA 3330, PA 3341, PA 3344, PA 3348, PA 3351, PA 3353, PA 3356.

Valva estrecha, de forma lineal-lanceolada con extremos redondeados y adelgazados; canal de sílice evidente; estrías paralelas a lo largo de la valva y líneas longitudinales muy finas, que al intersectarse dan la apariencia de un cuadrículado muy fino. Largo 69.25-140  $\mu\text{m}$ , ancho 7-9  $\mu\text{m}$ ; estrías 37-40/10  $\mu\text{m}$ ; ramas del rafe cortas, 15-20  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Santa Anita, Tanchachín, Puente de Dios, Gallinas, Nacimiento del Choy, Nacimiento Coy, Tambaque, Vinasco, Huestetita, Huichihuayan.

Distribución en México: cuenca del Papaloapan (Navarro, 1988); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral 1990, 1993; Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966, 1975); *Europa*: (Hustedt, 1930); Alemania (Skuja, 1949; Hustedt, 1959); España (Murcia, Albacete: Aboal y Llimona, 1984a, 1984b; Aboal, 1989b, 1989c); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); occidental (Germain, 1981); Polonia (Sieminska, 1964); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Lowe, 1974).

Ecología: presente en rápidos, charcos, zonas de baja velocidad de corriente e intensidad luminosa media a alta. Forma parte de mechones filamentosos adheridos sobre lodo, cantos rodados, flóculos flotantes, tapete, tufo, película; río. Perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico; es= oligohalobio, indiferente, halofobo; ss= polisaprobio, alfa y beta mesosaprobio, oligosaprobio, saprofóbico; cc= limnobiótico, limnófilo, reófilo; hg= río, poza; fv= perifítico, epifito; et= mesotermal. Frecuentemente habita en agua duras, algunas veces en aguas salobres; en estanques sobre macrofitas; se reporta para aguas no contaminadas; frecuente en aguas duras o salobres.

*Amphora* Ehrenberg 1840

Vista valvar con contorno creciente en forma de media luna, rafe sencillo curvado en "C", vista cingular con contorno elíptico, truncado en los dos polos; eje pervalvar curvo. Con un sólo plasto, a veces dos o cuatro.

*Amphora copulata* (Kützing) Schoeman & Archibald 1986

(Lámina 4, fig. c)

Sinónimo: *Amphora libyca* Ehrenberg 1840

Lowe, 1974, pág.55; De Wolf, 1982; Maidana, 1985, pág.100, Lám.7, fig.12, Lám.30, figs.1,2; Krammer & Lange-Bertalot, 1986; Schoeman & Archibald, 1986; Lec & Round, 1988; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.122.  
Muestras FCME PA 2595, PA 2651, PA 2652, PA 2683.

Valvas con margen ventral cóncavo o ligeramente convexo en el centro, extremos redondeados; área axial angosta, curvada, área central sólo sobre el lado ventral; rafe curvado, con extremos distales y proximales hacia el lado dorsal. Largo 31.5-41.6 µm, ancho 6.8-9 µm; vista conectiva ancho 5.8-20 µm; estrias 9-10/10 µm centro, 10-11/10 µm polos. Lineolas radiales dorsalmente, las ventrales en le medio radiales y convergentes en los polos.

Lowe (1974), De Wolf (1982) la reportan como *Amphora ovalis* var. *lybica* (Ehrenberg) Cleve; Maidana (1985) la reporta como *Amphora lybica* Ehrenberg.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos.

Distribución en México: reportado como *A. ovalis* (Ehrenberg) Ehrenberg var. *libyca* (Ehrenberg) Cleve, K. Svenska para Hidalgo, Jalisco (Ortega, 1984).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); *Europa*: (Krammer & Lange-Bertalot, 1986); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Archibald & Schoeman, 1987).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo, alcalibiontico, indiferente; en= eutrófico; es= oligohalobio, halofilo, indiferente, eurihalobio; ss= beta mesosaprobio; ec= indiferente; hg= arroyos, fv= perifítico, béntico; et= mesotermal. Aguas con alta conductividad; arroyos.

***Amphora ovalis* (Kützing) Kützing 1844**  
(Lámina 4, fig. d)

Sinónimos: *Navicula amphora* Ehrenberg

*Frustulia ovalis* Kützing

*Amphora gracilis* Ehrenberg

*Amphora ovalis* var. *gracilis* Ehrenberg

Lowe, 1974, pág.54; Patrick & Reimer, 1975, pág.68, Pl.13, figs.1-2; Germain, 1981, pág.294, Pl.108, figs.1-2; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.99, Pl.38, fig.8; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.344, fig.149:1-2, 2:7-9, 7:7-8; Carmona, 1990, pág.59, fig.47; Valadez, 1992, pág.114, Lám.20, fig.6; Cuesta, 1993, pág.82, Lám.VI, fig.42; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.122.  
Muestras FCME PA 2334, PA 2335, PA 2341, PA 2342, PA 2345, PA 2540, PA 2554, PA 3142, PA 3330.

Valvas con margen dorsal liso y arqueado, margen ventral ligeramente cóncavo, extremos redondeados; área axial estrecha, lineal; rafe filiforme; estrias punteadas, radiales en el centro, paralelas y convergentes en los polos. Largo 43.5-50 µm, ancho 21.6-31.5 µm; estrias 8-10/10 µm.

Distribución local: El Meco, Tanchachin, Puente de Dios, Huichihuayan.

Distribución en México: Michoacán (Pátzcuaro: Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); México central (Metcalfe, 1985, 1988); Estado de Mexico (Texcoco: Bradbury, 1970, 1971); Yucatán (Sánchez, 1985); Oaxaca (Tavera y González-González, 1990); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Córdoba: Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988); USA (Whitford & Kim, 1971; Patrick & Reimer, 1975; Czarnecki, 1979); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); España (Murcia, Albacete: Aboal y Llimona, 1984b; Aboal, 1989c); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *África*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: en cantos rodados y rocas emergentes a los márgenes del río. Perifítico.

pH= alcalifilo, alcalibiontico; en= eutrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio, oligosaprobio; ec= limnófilo, indiferente, reófilo; hg= río, poza, paredones, sedimentos fósiles de lagos, pantanos litorales de lagos, manantiales, lagos alpinos, aguas estancadas; fv= perifítico, béntico, euplancónico, ticoplancónico; et= eutermal, mesotermal. Sedimentos fósiles de lagos, pantanos litorales, manantiales, lagos alpinos, aguas estancadas; calcífila.

#### *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow 1880

(Lámina 4, fig. c)

Lowe, 1974, pág.56; Patrick & Reimer, 1975, pág. 72, Pl.14, figs.2-3; Germain, 1981, pág.295, Pl.108, figs.3-5; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.163, Pl.19, fig.437; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.346, fig.150:8-13, 151:7-17; Lee & Round, 1988, pág. 193-203; Ibarra, 1992, pág.27; Cuesta, 1993, pág.83, Lám.VI, fig.43; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.122. Muestras PA 2542, PA 3344.

Valva con margen dorsal arqueado y liso, ventral ligeramente concavo, extremos redondeados; área axial estrecha; rafe filiforme. Largo 12.5-27  $\mu\text{m}$ , ancho 2.5-8  $\mu\text{m}$ ; estrías 18-21/10  $\mu\text{m}$ . Estrías dorsales paralelas, delgadas y radiales.

Schoeman (1973), Lowe (1974), Patrick & Reimer (1975) y De Wolf (1982) y la reportan como *Amphora ovalis* var. *pediculus* Kützing.

Distribución local: Meco, Puente de Dios.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992; Cuesta 1993).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *África*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); posiblemente cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

**Ecología:** crece entre *Vaucheria* sp. (Xanthophyceae), límite aire-agua en terrazas. Perifítico.

pH= alcalifilo, alcalibiontico, indiferente; en= eutrófico; es= oligohalobio, indiferente, eurihalobio; ss= polisaprobio, mesosaprobio, beta mesosaprobio, oligosaprobio; ec= indiferente, reófilo; hg=aerófilo, ríos, manantial, corrientes; fv= perifítico, epífito, bentico; et= mesotermal. Aguas con alta conductividad; epífito sobre otras diatomeas como *Nitzschia sigmaidea*; aguas duras a moderadamente duras; aguas ligeramente salobres.

*Anomoeoneis* Pfitzer 1871

Valvas lanceoladas o rómbicas, raramente un eje capitado o un márgen ondulado. Rafe medio simple. La ornamentación de las valvas esta compuesta por estrias en series perpendiculares al rafe, estrias interrumpidas por las lineas irregulares, zigzageantes, paralelas al rafe. Área central lisa, pequeña, redondeada o rómbica, prolongada por un área axial estrecha. Plasto lobulado.

*Anomoeoneis vitrea* (Grunow) Ross 1966

(Lámina 4, fig. f)

Sinónimos: *Gomphonema* ? *vitreum* Grunow

*Navicula exilis* Grunow

*Anomoeoneis* ? *exilis* (Kützing) Cleve

*Navicula variabilis* Ross

*Anomoeoneis varaibilis* (Ross) Reimer

Patrick & Reimer, 1966, pág.380, Pl.33, figs.12-13; Lowe, 1974, pág.62; Germain, 1981, pág.164, Pl.62, figs.5-12; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág. 256, fig. 15: 6; 94:21-28, 30; 103a:14; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.122.

Muestras FCME PA 980, PA 3185.

Valva lineal lanceolada, extremos capitados; área axial lanceolada, estrecha; área central pequeña; rafe lineal. Largo 22-26 µm, ancho 4.5-6 µm; estrias finas 32-33/10 µm.

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1988).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

**Ecología:** perifítico.

pH= indiferente, alcalifilo, alcalibióntico; en= eutrófico, mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobio, saproxeno; ec= indiferente; hg= estanques; fv= perifítico. Adaptada a un amplio intervalo de condiciones ecológicas; aguas con alta conductividad; estanques entre macrofitas, zonas litorales; indiferente al calcio.

*Berkella* Ross & Sims 1978

Frústulos libres o embebidos en tubos gelatinosos. Bandas intercalares y septos ausentes. Valvas simétricas a los ápices, valva naviculoide. Rafe entre dos costillas que se fusionan en un nódulo terminal. Los dos extremos del rafe no se conectan en el nódulo central. Nódulo central como un punto. Estrías longitudinales y transversales, que forman un ángulo de 90° en la valva.

*Berkella linearis* Ross & Sims 1978

(Lámina 4, fig. g)

Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.260, fig.24:4, 97:7-9; Egués-Weber & Maidana, 1994. Muestras FCME PA 2595, PA 3323.

Valvas lineal o márgenes ligeramente concavos, extremos subcapitados; área axial y central estrecha; estrías paralelas en el centro y ligeramente convergentes en los extremos; rafe curvado con fisuras distales; nódulo central elongado elíptico, ocupa cerca de la mitad de la amplitud del área central. Largo 40-73.68 µm, ancho 10-10.52 µm; estrías 46/10 µm.

Krammer & Lange-Bertalot (1986) la consideran sinonimia de *Frustulia spicula* Amossé 1932. De acuerdo con Krammer & Lange-Bertalot (1986), esta especie es sinónimo de *Frustulia spicula* Amossé, la cual incluye a *Frustulia spicula* var. *alpina*, ellos argumentan que la presencia de depresiones en cada lado de las ramas del rafe, tal vez sea un carácter para distinguir en el nivel de especie pero es insuficiente para crear un nuevo género. Estos autores no mencionan otras características como la morfología del nódulo central y área central, el irregular arreglo de los poros y la forma de los extremos valvares, por lo que Egués-Weber & Maidana (1994) mencionan que los consideran irrelevantes. Ellas consideran que las diferencias antes citadas no se deben a respuestas fenotípicas a variaciones ambientales, debido a que se notan que están en cuerpos de agua constantes en diferentes regiones fitogeográficas y bajo diferentes condiciones fisicoquímicas, de acuerdo con sus resultados esas características tienen importancia taxonómica suficiente para separar estos taxa a nivel de género. La actualización de Ross & Sims, dice que *Berkella* debe considerarse independiente de *Frustulia*, *Berkeleya* y *Amphipleura*.

Distribución local: Nacimiento El Salto, Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: Alpes Franceses, Islas Británicas (Krammer & Lange-Bertalot, 1986); Argentina (Buenos Aires, Misiones y Río Negro: Egués-Weber & Maidana, 1994). Como frecuentemente ha sido confundida con *Frustulia vulgaris*, la distribución sería probablemente cosmopolita.

Ecología: perifítico.

Sin datos. Alpes Franceses, Islas Británicas.

*Caloneis* Cleve 1891

Células de forma variable, en lancetas con los polos puntuados, redondeados o capitados; los márgenes presentan en un gran número de especies una ondulación media saliente; siempre están acompañadas de líneas paralelas en el borde que ocupan las estrias de la valva pero sin interrumpirse. Rafe con nódulos internos bien desarrollados. La superficie de las valvas, esta ornamentada con estrias finamente puntuadas. Las estrias son transapicales y perpendiculares al rafe dentro de la región media, pero hacia los polos estas cambian frecuentemente de dirección y se observan radiales, formando un ángulo agudo con el rafe, convergentes formando un ángulo obtuso. Área central lisa, puede presentar varias formas; justo en los polos y encuadra al rafe, presentando una forma rómbica alargada, o al contrario, dibujar una zona perpendicular al eje y constituir así un verdadero stauros que alcanza los márgenes. Ciertas especies muestran de una y otra parte del nódulo central, un diseño en forma de media luna.

*Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve 1894  
(Lámina 5, fig. a)

Sinónimos: *Stauroneis bacillum* Grunow

*Navicula fasciata* Lagerst.

*Navicula lacunarum* Grunow in Van Heurck

*Navicula fontinalis* Grunow in Van Heurck

*Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve

*Caloneis fasciata* (Lagerst.) Cleve

Patrick & Reimer, 1966, pág.586, Pl.54, fig.8; Lowe, 1974, pág.71; Germain, 1981, pág.238, Pl.87, figs.1-28; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág. 71, Pl.8, fig.160; Maidana, 1985, pág.102, Lám.6, fig.6; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág. 390, fig. 173: 9-20; Ibarra, 1992, pág.45; Valadez, 1992, pág.116, Lám.20, fig.8; Cuesta, 1993, pág.72, Lám.IV, fig.28; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.122.

Muestra FCME PA 3344.

Valvas lanceoladas con extremos cuneado-rostrados; área axial angosta; área central transversal; alvéolos radiales; rafe recto; estrias paralelas en la región media y convergentes hacia los polos. Largo 25.5-31 µm, ancho 6-7.5 µm; estrias 14-20/10 µm.

Distribución local: Puente de Dios.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1988); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992; Cuesta, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *África*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

**Ecología:** crece entre *Vacheria* sp (xanthophyceae). En zona de terrazas, límite aire-agua. Perifítico. pH= alcalifilo; en= eutrófico, mesotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio, saproxeno; ec= reófilo; hg= manantiales, corrientes, lagos, ríos, arroyos, pantanos, estanques, aerófilo; fv= perifítico; et= mesotermal. Aguas duras a ligeramente salobres; aguas estancadas; aguas suaves a duras.

***Caloneis silicula* var. *elliptica* (Frenguelli) Frenguelli 1941**  
(Lámina 5, fig. b)

**Sinónimos:** *Navicula* (*Caloneis*) *ventricosa* var. *elliptica* Frenguelli 1923  
*Caloneis silicula* var. *elliptica* f. *minor* Manguin 1964

Frenguelli, 1923, pág.60. 5/7; Manguin, 1964, pág.78, 12/8.  
Muestras FCME PA 2607, PA 3348.

Valva lineal lanceolada, con extremos cuneados; área axial amplia; área central ancha; estrías ligeramente convergentes en toda la valva. Largo 25-31 µm, ancho 8-8.5 µm; estrías ventrales centro 18-19/10 µm, polos 27/10 µm; puntos 35/10 µm.

Landingham (1968) menciona que existe una interpretación errónea de Patrick & Reimer (1966) en relación al uso del epíteto específico, mencionan que debe de utilizarse *Navicula ventricosa* Ehrenberg 1838 sobre *N. silicula* Ehrenberg 1854, por ser el primer nombre, pero Landingham (*op. cit*) menciona que mientras la duda este, él sugiere el uso del epíteto *silicula*, pues tiene un amplio uso por los autores, considero que esta posición es buena hasta no resolverlo, por lo que en este estudio las considero como especies independientes.

**Distribución local:** Nacimiento El Salto, Puente de Dios.

**Distribución en México:** no reportada anteriormente.

**Distribución geográfica:** *América:* (Manguin, 1964).

**Ecología:** entre *Vaucheria* sp. (Xanthophyceae). Adherida a roca en límite del río (aire-agua). Perifítico.

Sin datos.

***Caloneis ventricosa* (Ehrenberg) Meister 1912**  
(Lámina 5, fig. c)

**Sinónimos:** *Navicula ventricosa* Ehrenberg  
*Navicula silicula* Ehrenberg  
*Navicula leptogongyla* Ehrenberg  
*Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve  
*Caloneis ventricosa* (Ehrenberg) Meist.

Patrick & Reimer, 1966, pág.583, Pl.54, fig.3; Germain, 1981, pág.236, Pl.86, figs.4-14; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.388, fig.172:1-13, 7:6, 9:3.

Muestras FCME PA 1916, PA 3323.

Valva con márgenes triondulados, con extremos cuneados; área axial amplia; área central ancha; estrías ligeramente convergentes en toda la valva. Largo 57-60  $\mu\text{m}$ , ancho 10-13.3  $\mu\text{m}$ ; estrías 16/10  $\mu\text{m}$ .

Krammer & Lange-Bertalot (1986), la consideran sinonimia de *Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve 1894.

Distribución local: El Salto, Micos.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1988).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Europa*: occidental (Germain, 1981).

Ecología: perifítico.

hg= estanques, arroyos, depósitos litorales. Euritópica. Fondo de estanques, riveras tranquilas, depósitos litorales de grandes cursos de agua

#### *Capartogramma* Kufferath

Valva simétrica, generalmente lanceolada. En vista valvar se observa una cruz en la región media (tigilla). Estrías punteadas radiales a paralelas o ligeramente convergentes en los polos.

#### *Capartogramma crucicula* (Grunow ex Cleve) Ross 1963

(Lámina 5, fig. d)

Sinónimos: *Schizostauron crucicula* Grunow ex. Cleve

*Stauroneis crucicula* (Grunow ex Cleve) Boyer

*Stauroneis merrimacensis* Woodh. & Tweed

Patrick & Reimer, 1966, pág.372, Pl.30, fig.16; Lowe, 1974, pág.75; Maidana, 1985, pág.105, Lám.6, fig.11.

Muestras FCME PA 2651, PA 2667, PA 3323, PA 3341, PA 3348.

Valvas lineal-elípticas o lanceoladas, extremos rostrados de longitud variable; área axial angosta, área central con tigillas ocasionalmente bifurcadas; rafe recto, filiforme; estrías radiales en toda la valva. Largo 28.5-31  $\mu\text{m}$ ; ancho 7.5-9.5  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Puente de Dios, Gallinas.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990; Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993).

Distribución geográfica: América: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); Brasil (Contín y de Oliveira, 1993); USA (Patrick & Reimer, 1966; Lowe, 1974); África: (Archibald & Schoeman, 1987).

Ecología: perifítico.

es= mesohalobio; ec= reobiontico; hg= río, arroyos, lago, manantial termal; et= eutermal. Ríos de agua dulce, desarrolla grandes poblaciones en aguas salobres; aguas termales.

#### *Cymbella* Agardh 1830

Células solitarias, libres o viviendo en colonias dentro de los tubos mucilaginosos, algunas veces están fijadas por un estilo gelatinoso. En vista valvar, tienen un aspecto de una *Navicula* recurvada en fascículo. El rafe es curvado en forma de "C" o rectilíneo, valva con dos segmentos desiguales, una más convexa (dorsal) que la otra. Valva con estrias punteadas radiales; algunas veces se observan dentro de la parte central estigmas. Vista conectiva idéntica a la de las *Navicula*. Células con un sólo plasto.

#### *Cymbella affinis* Kützing 1844

(Lámina 5, fig. e)

Sinónimos: *Cymbella excisa* Kützing

*Cocconema parvum* W. Smith

Lowe, 1974, pág.101; Patrick & Reimer, 1975, pág.57, Pl.10, fig.7; Germain, 1981, pág.282, Pl.104, figs.1-11; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.166, Pl.19, fig.440; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.314, figs.125:1-22, 10:1; Ibarra, 1992, pág.35, fig.52; Valadez, 1992, pág.117, Lám.21, fig.1; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestra FCME PA 2607.

Valvas marcadamente dorsiventrales, con el margen dorsal convexo y el ventral poco convexo, ligeramente dilatado en la porción media; extremos subrostrados a rostrados, en ocasiones curvados ventralmente: área axial angosta y área central poco evidente; rafe de posición ventral marcadamente reverso-lateral, con las fisuras distales externas curvadas hacia el lado dorsal y las proximales curvadas con poros centrales a veces no muy marcados; estrias paralelas a suavemente radiales en el centro y radiales en los extremos; uno o dos estigmas ventrales. Largo 32.5-37.2 (34.63 ± 0.47) µm, ancho 8-9.1 (8.41 ± 0.13) µm; estrias centrales en 10 µm 8-9 (8.4 ± 0.16) dorsales y 8-11 (9.6 ± 0.27) ventrales.

Algunos ejemplares presentaron concavidades no usuales en el contorno valvar. Si bien, de acuerdo con Krammer & Lange-Bertalot (1986) esta especie se diferencia de *C. cymbiformis* por el número de areolas, en nuestro material encontramos también diferencias en cuanto al contorno (nuestros ejemplares son más angostos y siempre rostrados) y se pueden diferenciar claramente bajo microscopio óptico, aún a bajos aumentos.

Distribución local: Nacimiento El Salto.

Distribución en México: México central (Metcalfe, 1988); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992); Morelos (Valadez, 1992); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Karnat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *África*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo, alcalibióntico; en= eutrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio, oligosaprobio, saprofóbico; ec= indiferente; hg= lagos, corrientes; fv= perifítico, epifito, epilítico; et= mesotermal. Ambientes muy oxigenados, eutróficos y templados; forma litoral.

### *Cymbella cymbiformis* Agardh 1830

(Lámina 5, fig. f. 11)

Sinónimo: *Cocconema cymbiforme* (Agardh) Ehrenberg

Hustedt, 1930, pág.362-363, Fig.672; Patrick & Reimer, 1975, pág.54. Pl.10, figs.3-4; Germain, 1981, pág.282, Pl.103, figs.12-14; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág. 317, fig. 129:2-9; 5:5; 12:5; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestras FCME PA 2604, PA 2607, PA 2651, PA 3180, PA 3185.

Valvas cimbeloides con el margen dorsal fuertemente convexo y el ventral casi recto, a veces con una suave dilatación central, extremos anchos subrostrados a rostrados; área axial angosta, área central en algunos ejemplares sólo distinguible del lado ventral; rafe marcadamente reverso lateral, ramas del rafe rectas de posición ligeramente desplazadas hacia el lado ventral, dispuestas de modo tal que la porción ventral de la valva forma un triángulo; fisuras distales externas curvadas hacia el lado ventral y las proximales con un poro central evidente; estrias radiales en toda la valva; cero a tres estigmas ventrales. Largo 29.4-98.5 µm, ancho 11.8-15.25 µm; relación largo/ancho 2.24-3.45 (3 ± 0.12) µm; estrias centrales en 10 µm 7-8 (7.4 ± 0.16) dorsales y 8-10 (9 ± 0.15) ventrales.

Se observaron alteraciones en el contorno valvar (concavidad en margen ventral). Es ligeramente más grande que la reportada por Patrick & Reimer (1975) (largo 30-80 µm, ancho 9-15 µm); Hustedt (1930) reporta formas hasta 100 µm de largo.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos.

Distribución en México: Hidalgo (Mineral del Monte, Real del Monte: Ortega, 1984); México central (Metcalfe, 1985, 1988); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: Alemania (Bock, 1961); central (Hustedt, 1930); occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994);

*Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); probablemente cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

**Ecología:** presente en poza, plataforma con rápidos. Forma parte de nata de filamentos de zygnematales flotante, mechones de filamentos, tapete. Perifítico.

pH= alcalifilo, indiferente; en= eutrófico, mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobio, saprofóbico; ec= reófilo; hg= ríos, manantial, lago; fv= epífito, perifítico; et= eutermal, mesotermal. Insuficientemente conocidos, al parecer son formas de lagos. Hay pocos registros para corrientes y manantiales; común dentro de estanques y ríos, sobre macrofitas; soporta poco la contaminación; presente en aguas no contaminadas; ambientes templados, altamente oxigenados y moderadamente ricos en nutrientes.

***Cymbella delicatula* Kützing 1849 var. *delicatula***

(Lámina 5, fig. g, g1-3)

Hustedt, 1930, pág.352-353, figs.642; Patrick & Reimer, 1975, pág.28, Pl.4, figs.4a-5b; Germain, 1981, pág.274, Pl.99, figs.22-25; De Wolf, 1982; Cuesta, 1993, pág.84, Lám.VI, fig.44; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestras FCME PA 980, PA 2607, PA 2651, PA 2652.

Valvas cimbeloides de contorno variable, desde semilanceoladas hasta angostamente lanceoladas, con el margen dorsal convexo y el ventral escasa a moderadamente convexo, a veces suavemente triondulado, porción central dilatada o no; extremos desde redondeados hasta rostrados; área axial de 1/5 a 1/2 del ancho valvar, área central raramente visible del lado dorsal, sólo en algunos de los ejemplares más grandes y del lado ventral en la mayoría de los ejemplares se observa el acortamiento y alargamiento de las estrias siguiendo la curvatura del rafe; rafe notablemente reverso-lateral de posición casi central con las fisuras distales externas curvadas hacia el lado dorsal y las proximales con poros centrales marcados; estrias suavemente radiales en el centro, en ocasiones más distanciadas, y radiales y más densas en los extremos. Área axial estrecha, y en los extremos curvados dorsalmente; estrias radiales, lineales. Largo 24.3-56.3 µm, ancho 5-13 µm; relación largo/ancho 3.94-6.47; ancho del área central µm 1.8-4.5; estrias dorsales 8.5-22/10 µm, estrias ventrales 11-28/10 µm; estrias dorsales por ventrales 93.5 - 616.

**Distribución local:** El Salto, Meco, Nacimiento El Salto.

**Distribución en México:** Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993).

**Distribución geográfica:** *América:* USA (Patrick & Reimer, 1975). *Asia:* India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa:* central (Hustedt, 1930); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); occidental (Germain, 1981); Polonia (Sieminska, 1964); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986);

**Ecología:** presente en una poza sin comunicación. Forma parte de crecimientos costrosos. Epilitico, perifítico.

pH= acidófilo, alcalifilo; en= oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente, halófilo; ss= oligosaprobio, hg= río, corrientes, estanques, turberas, aerófilo; fv= perifítico, epifito. Habitat's aerófilos; aguas circumneutral hasta ligeramente alcalinas; estanques o turberas; ambientes montañosos; forma crecimientos masivos en arroyos oligotróficos calcáreos; ambientes oxigenados; tolerante a cierto grado de desecación.

***Cymbella gracilis* (Ehrenberg 1843) Kützing 1844**

(Lámina 5, fig. h)

Sinónimo: *Cymbella lunata* W. Smith

Hustedt, 1930, pág.359, fig.663; Patrick & Reimer, 1975, pág.46, Pl.7, figs.11-14; Germain, 1981, pág.292, Pl.107, figs.6-10; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.170, Pl.20, fig.451; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.308, fig.120:1-16, 12:3b, 13:3; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestras FCME PA 980, PA 2595, PA 2604, PA 2607, PA 2645, PA 2649, PA 2652, PA 2689, PA 2691, PA 2698, PA 3323, PA 3341, PA 3344.

Valva dorsal ligeramente arqueada y valva ventral recta con extremos redondeados; área axial estrecha, lineal con una ligera curvatura en los extremos; rafe lateral, cargado hacia la región dorsal, arqueado en los extremos hacia la región ventral; nódulo central, sin estigma; estrías lineales-punteadas, ligeramente radiales a lo largo de la valva, excepto en los extremos, donde son ligeramente convergentes. Largo 19-46  $\mu\text{m}$ , ancho 4-9  $\mu\text{m}$ ; estrías 12/10  $\mu\text{m}$  en la valva dorsal y 8-10/10  $\mu\text{m}$  polos; estrías 14/10  $\mu\text{m}$  en la valva ventral hacia la región central.

Patrick & Reimer (1975) la agrupan dentro de *Cymbella lunata* W.Smith.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Puente de Dios, Gallinas.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Buenos Aires: Maidana, 1985; Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); USA (Whitford & Kim, 1971; Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: Alemania (Bavaria: Bock, 1961); central (Hustedt, 1930); occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: presente en poza, rápido. Forma parte de crecimientos costrosos, mechones filamentosos, tapete, película. Epilítico, perifítico, epifito de *Cladophora glomerata*.

pH= acidófilo, alcalifilo; en= mesotrófico, oligotrófico; es= halofobo; ss= oligosaprobio; hg= río, turberas ácidas, lago; fv= euplancónico, epifito; et= eutermal, mesotermal, oligotermal. Conductividad 400-5000  $\mu\text{s/cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.57 mg/lit. Turberas ácidas; aguas con alta conductividad.

***Cymbella hustedtii* Krasske 1923**

(Lámina 5, fig. i, il-3)

Lowe, 1974, pág.105; Patrick & Reimer, 1975, pág.27, Pl.4, figs.2a-3b; Germain, 1981, pág.288, Pl.105, fig.20; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.333, fig.140:9-17; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.  
Muestras FCME PA 2607, PA 3185, PA 3323.

Valvas moderadamente dorsiventrales, con el margen dorsal fuertemente convexo y el ventral desde planamente convexo a convexo, ocasionalmente con una protuberancia central y en algunos casos hasta triondulado; extremos redondeados, subrostrados a rostrados, angostos; área axial angosta, recta o ensanchada hacia el centro, área central evidente o no, en uno o ambos lados; rafe notablemente lateral, de posición ventral, fisuras externas distales curvadas dorsalmente y las proximales rectas; estrias radiales a lo largo de toda la vala, en ocasiones las dorsales más distanciadas en el centro; en ocasiones una de las estrias dorsales centrales es más corta que las restantes. Largo 24.48-39.6 ( $30.29 \pm 0.42$ )  $\mu\text{m}$ , ancho 8.7-10.6 ( $9.66 \pm 0.55$ )  $\mu\text{m}$ ; estrias centrales en 10  $\mu\text{m}$  8-13 ( $10.19 \pm 0.12$ ) dorsales, 12-18 ( $13.45 \pm 0.14$ ) ventrales; estrias en los extremos en 10  $\mu\text{m}$  12-20 ( $15.77 \pm 0.22$ ) dorsales y 14-22 ( $17.01 \pm 0.26$ ) ventrales; tomadas ligeramente apartadas del centro: 14-19 ( $15.88 \pm 0.34$ ) dorsales y 16-20 ( $16.71 \pm 0.27$ ) en 10  $\mu\text{m}$ .

Algunos individuos presentaron indentaciones en el contorno valvar o alteraciones en el patrón de estriación (fig. i1. Estrias rotas; fig. i2. Estria acortada; fig. i3. Estrias más distantes y acortadas). Nuestros ejemplares son, en general más grandes que los mencionados en la bibliografía (Patrick & Reimer, 1975:13-20 x 5-7  $\mu\text{m}$ ; 13 estrias dorsales en el centro y 16 en los extremos en 10  $\mu\text{m}$ ; Kingston, 1978: 14-25 x 5-7.5  $\mu\text{m}$ ; 10-14 estrias dorsales y 11-15 ventrales en 10  $\mu\text{m}$ ; Krammer & Lange-Bertalot, 1986: 13-26 x 5-8  $\mu\text{m}$ ; 11-13 estrias dorsales centrales y 16-17 dorsales en los extremos en 10  $\mu\text{m}$ ).

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos.

Distribución en México: Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente, alcalibiontico, alcalifilo; en= mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobio, saprofóbico; ec= limnófilo; fv= perifítico, epífito. Poco conocido. Pequeños estanques; parece preferir ambientes lénticos, oligotróficos, bien oxigenados y montañosos; tolerante a cierto grado de desecación.

***Cymbella laevis* Näegeli in Kützing 1849**

(Lámina 5, fig. j)

Hustedt, 1930, pág.353, fig.643; Patrick & Reimer, 1975, pág.29, Pl.4, fig.6; Germain, 1981, pág.286, Pl.105, fig.5 y 5 bis.; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.171, Pl.20, fig.455; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.332, fig.139:4-18.

Muestras FCME PA 980, PA 984, PA 2604, PA 2606, PA 2649, PA 2651, PA 2667.

Valvas un poco simétricas, con el borde ventral ligeramente ensanchado (abombado) en la región media y extremos redondeados; área axial lineal; rafe filiforme; extremos curvados dorsalmente; estrias radiales, más espaciadas en el margen dorsal que en el ventral; son finamente lineales. Largo 40.96-46.64  $\mu\text{m}$ , ancho 10.92-12  $\mu\text{m}$ ; estrias 8-9/10  $\mu\text{m}$  (región central-dorsal), 9/10  $\mu\text{m}$  (región central-ventral); puntos o areolas 23/10 $\mu\text{m}$ .

Más grande que la reportada por Patrick & Reimer (1975) (largo 20-35  $\mu\text{m}$ , ancho 6-10  $\mu\text{m}$ ).

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: central (Hustedt, 1930); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); occidental (Germain, 1981); Polonia (Sieminska, 1964); *Africa*: (Schoeman, 1973).

Ecología: presente en poza, canal de corriente. Forma parte de crecimientos costrosos, mechones de filamentos, tufo, película. Epilítico, perifítico.

pH= acidófilo, indiferente; en= oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; hg= río, arroyos, aerófilo; fv= perifítico; et= oligotermal. Aguas con alta conductividad; insuficientemente conocidos.

***Cymbella mesiana* Cholnoky 1995**

(Lámina 6, fig. a)

Sinónimos: *Cymbella turgida* sensu Cleve 1894, sensu Hustedt 1930

*Cymbella turgida* var. *pseudogracilis* Cholnoky 1958

*Cymbella minuta* var. *pseudogracilis* (Cholnoky) Reimer 1975

Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág. 304, fig. 118:1-8; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.54, Pl.III, fig.38; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestras FCME PA 2556, PA 2604, PA 3185, PA 3344.

Valva con margen dorsal arqueado, margen ventral con una ligera curvatura en la zona media, extremos ligeramente redondeados; área axial ligeramente arqueada; área central pequeña, con un estigma central; rafe reverso lateral, en los extremos se recurva hacia el margen ventral; estrias radiales, punteadas. Largo 35.3-61.35  $\mu\text{m}$ , ancho 8.43-11.5  $\mu\text{m}$ ; relación largo/ancho 4.2; estrias dorsales 7-10/10  $\mu\text{m}$ , ventrales 16-17/10  $\mu\text{m}$  centro.

Bradbury (1971) la reporta como *Cymbella turgida*.

**Distribución local:** Nacimiento El Salto, El Salto, Puente de Dios.

**Distribución en México:** Estado de México (Lagunas de Zempoala: Kusel-Fetzmann, 1973; Lago Victoria: Ortega, 1984); sedimentos lacustres del terciario en Texcoco (Bradbury, 1971); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

**Distribución geográfica:** *Europa:* Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

**Ecología:** entre nata de filamentos de zygnetales flotante. Perifítico.

pH= indiferente, alcalifilo; es= oligohalobio; hg= manantial, lagos, paredon, cascada, corrientes; fv= ticoplanctónico. Cascadas, corrientes, paredones; aguas de baja a media conductividad; aguas frías, pequeñas pozas y manantiales calientes alcalinos.

***Cymbella mexicana* (Ehrenberg) Cleve 1894**

(Lámina 6, fig. b)

**Sinónimos:** *Coconema mexicanum* Ehrenberg

*Cymbella kamtschatica* Grunow

Patrick & Reimer, 1975, pág.59-60, Pl.12, figs.1-2; Ortega, 1984, pág.104; Carmona, 1990, pág.60, fig.48; Valadez, 1992, pág.119, Lám.21, fig.4; Cuesta, 1993, pág.14.

Muestras FCME PA 1916, PA 2556, PA 2652, PA 2666, PA 2689, PA 2698, PA 3323.

Valva con márgen dorsal arqueado, márgen ventral con una ligera curvatura convexa en el centro; área axial arqueada; área central pequeña de forma ovoide, con un estigma aislado en la mitad; rafe lateral filiforme, en los extremos se recurva hacia el márgen dorsal; estrias radiales, fuertemente punteadas dando la apariencia de pequeños bloques rectangulares. Largo 51.2-160 µm, ancho 18.08-38.87 µm; estrias 6-8/10 µm (central), 9-10/10 µm (polos); puntos 11/10 µm.

El rango de variación es algo mayor que el reportado en la literatura (Patrick & Reimer, 1975) (L: 80-165 µm; A: 24-33 µm).

**Distribución local:** El Salto, El Meco, Micos, Puente de Dios.

**Distribución en México:** Guanajuato, río Lerma cerca de Acámbaro; Hidalgo, cerro San Andrés (Ortega, 1984); México central (Metcalfe, 1985, 1988); Texcoco, Estado de México (Bradbury, 1971); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993; Carmona, 1993); Tlaxcala (Quintana, 1961); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993).

**Distribución geográfica:** *América:* USA (Whitford, 1956; Patrick & Reimer, 1975); Norteamérica (Sheath & Cole, 1992).

Ecología: presente en rápidos, poza, terrazas comunicadas con velocidad de corriente lenta. Forma parte de crecimientos filamentosos adheridos sobre lodo, natas de zygnetales, película. Perifítico de *Cladophora glomerata*.

pH= alcalifilo; es= oligohalobio; halofilo; ec=reófilo, reobiontico; hg= río, manantial, diatomita; fv= perifítico; et=mesotermal. Características ecológicas insuficientemente conocidas; aguas calcáreas.

### ***Cymbella microcephala* Grunow in Van Heurck 1880**

(Lámina 6, fig. c, c1-2)

Lowe, 1974, pág.106; Patrick & Reimer, 1975, pág.33, Pl.4, figs.12a-13b; Germain, 1981, pág.274, Pl.99, figs.27-30; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.173, Pl.20, fig.460; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág. 327, fig.134:23-32; Ibarra, 1992, pág.43; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.54, Pl.II, fig.39; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág. 123. Muestras FCME PA 980, PA 2607, PA 2651, PA 3185.

Valvas desde naviculoides hasta semilanceoladas, con el margen dorsal desde planamente convexo hasta convexo y el ventral planamente convexo a suavemente convexo. Extremos desde capitados, rostrado-capitados o agudamente rostrados; área axial muy angosta; área central indistinguible; rafe recto o ligeramente curvado, central o ligeramente desplazado hacia el lado ventral, fisuras distales curvadas hacia el lado ventral y las proximales rectas o curvadas dorsalmente; estrias paralelas o suavemente radiales en el centro y radiales en los extremos. De esta especie se reconocieron dos morfotipos, con algunos ejemplares con formas intermedias:

Morfotipo 1 (fig. c1): Valvas naviculoides, elípticas a lineal-elípticas; extremos desde rostrados hasta capitados, con ápices redondeados casi simétricos; rafe y área axial centrales; estrias más frecuentemente paralelas en el centro y ligeramente radiales hacia los extremos. Largo 12.5-28.8 (17.64 ± 0.84) µm, ancho 3.3-4.8 (4.23 ± 0.08) µm; relación largo/ancho 3.44-6 (4.15 ± 0.14) µm; estrias centrales en 10 µm 16.5-26 (20.36 ± 0.57) dorsales y 16.5-27 (19.88 ± 0.59) ventrales.

El morfotipo 1 coincide con las descripciones de *C. microcephala* según Patrick & Reimer (1975), Krammer & Lange-Bertalot (1986) y Ohtsuka *et al.* (1991). El intervalo de las dimensiones de ambos morfotipos se encuentra dentro de lo reportado por los mencionados autores. Ohtsuka *et al.* (*op. cit.*) comparan poblaciones sudamericanas (Cuzco, Perú), africanas (Marrakech, Marruecos) y europeas (Pirineos, España), diferenciables por sus intervalos para la longitud de los ejes apical y transversal y las estrias centrales en 10 µm, tanto dorsales como ventrales. Los ejemplares mexicanos no coinciden exactamente con ninguna de ellas, ya que exceden los límites superiores señalados por estos autores.

Morfotipo 2 (fig. c2): Valvas cimbelloides, semilanceoladas, con el margen dorsal más convexo que el ventral; extremos asimétricamente prolongados desde rostrados hasta rostrado capitados, ápices agudos; rafe y área axial curvados dorsalmente y ligeramente desplazados hacia el lado ventral; estrias suavemente radiales en el centro y radiales en los extremos. Largo

12-27.7 (20.9 ± 0.98) µm, ancho 3.9-5 (4.3 ± 0.07) µm; relación largo/ancho 3.1-6.7 (4.8 ± 0.2) µm; estrias centrales en 10 µm 16-28 (20.4 ± 0.56) dorsales y 17-27 (20.19 ± 0.53) ventrales.

El morfotipo 2 presenta cierta semejanza con el dibujo de *C. minuscula* Grunow (A. Schmidt, 1875, lám. 9, figs. 58-61) pero, como señalan Patrick & Reimer (*op. cit*) estos no son suficientemente claros y falta una descripción detallada.

Distribución local: El Salto, Nacimiento El Salto.

Distribución en México: lagos y sedimentos lacustres para México central (Metcalfé 1985, 1988); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973; Archibald & Schoeman, 1987); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo, indiferente; en= mesotrófico, eutrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio, oligosaprobio, saprofóbico; ec= indiferente; hg= estanque, ríos, cascadas, corrientes, paredones; fv= perifítico, epifito; et= mesotermal. Ambientes aereados, entre musgos; pequeños cuerpos de agua; cascadas, corrientes, paredones; aguas con media a alta conductividad; frecuente en zonas montañosas; ambientes templados, altamente oxigenados; indiferente al calcio.

### *Cymbella minuta* Hilse ex Rabenhorst 1862 var. *minuta*

(Lámina 6, fig. d)

Sinónimos: *Cymbella ventricosa* Kützing

*Encyonema ventricosum* (Kützing) Grunow

Patrick & Reimer, 1975, pág.47, Pl.8, figs.1a-4b; Germain, 1981, pág.292, Pl.107, figs.11-12. M.E.T. Pl.160, figs.2-3; Ortega, 1984, pág.105; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.305, fig.119:1-13, 16:4; Tavera y González-González, 1990; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.55, Pl.II, fig.40; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestra FCME PA 984.

Valva de forma dorso-ventral, con extremos redondeados; valva dorsal arqueada y valva ventral con una ligera zona convexa en la región media y concavidades hacia los extremos; área axial lineal, estrecha; área central pequeña; rafe filiforme ligeramente arqueado; estrias dorsales paralelas a ligeramente radiales; estrias ventrales fuertemente radiales en la porción media de la valva, hacia los extremos son convergentes. Largo 16.29-18 µm, ancho 4.95-5.2 µm; estrias 11/10 µm (región central de la valva dorsal), 12/10 µm (en la valva ventral), 12/10 µm (polos en la valva ventral).

Para Germain (1981) es sinonimia de *Cymbella ventricosa* Kützing.

Distribución local: El Salto.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

E.A.Cantoral-Uriza

79

Distribución en México: Estado de México (Ortega, 1984); México central (Metcalf, 1988); Oaxaca (Sierra de Juárez: Tavera y González-González, 1990); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: presente en canal de corriente; forma parte de mechones de filamentos. Epifito.

pH= alcalibiontico, indiferente; en= oligotrofico; es= oligohalobio; hg= cascadas, corrientes, paredones. Aguas con baja a alta conductividad; cascadas y corrientes suaves.

***Cymbella muellerii* Hustedt 1938**

(Lámina 6, fig. e)

Sinónimos: *Cymbella grossestriata* var. *obtusiuscula* O. Müller

*Cymbella muelleri* var. *javanica* Hustedt

Patrick & Reimer, 1975, pág.43, Pl.7, figs.1-2; Ibarra, 1992, pág.44; Maidana, 1985, pág.112, Lám.7, fig.1, Lám.31, figs.4-6; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.311, fig.122:10-15, 23:3-4.

Muestras FCME PA 2593, PA 2651, 2691.

Valvas arqueadas con extremos redondeados, margen dorsal fuertemente convexo y ventral ligeramente cóncavo; área axial angosta y curva; área central elongada y asimétrica; rafe lateral, curvado con extremos distales dirigidos hacia el margen ventral y los proximales hacia el dorsal; sin estigma; estrías lineadas, radiales. Largo 41  $\mu\text{m}$ , ancho 10.5  $\mu\text{m}$ ; estrías 7/10  $\mu\text{m}$  central, 6-7/10  $\mu\text{m}$  polos.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Meco, Micos.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1985, 1988); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones; Maidana, 1985; Buenos Aires: Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); USA (Patrick & Reimer, 1975); *Africa*: Este (Gasse, 1986).

Ecología: perifítico entre *Cladophora glomerata* (Chlorophyceae), en un rápido.

pH= alcalifilo; hg= manantial, arroyo, lago, corrientes; ct= mesotermal, eutermal. Conductividad 400-20,000  $\mu\text{s/cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.83 mg/lit. Comúnmente presente en manantiales y lagos alcalinos; aguas calcáreas. Tropical.

***Cymbella naviculiformis* (Auerswald) Cleve 1894**

(Lámina 6, fig. f)

Sinónimos: *Cymbella cuspidata* W. Smith

*Cymbella cuspidata* var. *naviculiformis* Auerswald ex Rabenhorst

*Cymbella anglica* Lagerst.

Lowe, 1974, pág.107; Patrick & Reimer, 1975, pág.31, Pl.4, fig.9; Germain, 1981, pág.277, Pl.100, fig.21, 21bis; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.338, fig.145: 6-11; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.  
Muestra FCME PA 2683.

Valva moderadamente dorsiventral, extremos rostrados capitados; área axial en ambos lados, lineal lanceolado; área central se expande hacia el área axial formando un rombo; rafe lateral filiforme, se curva dorsalmente; estrias radiales a lo largo de la valva. Largo 36  $\mu\text{m}$ , ancho 8  $\mu\text{m}$ ; estrias dorsales centro 9/10  $\mu\text{m}$ , ventrales centro 12/10; estrias dorsales polos 13/10  $\mu\text{m}$ , ventrales polos 14/10  $\mu\text{m}$ ; sin estigma.

Distribución local: Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: occidental (Germain, 1981); *Holanda* (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *África*: (Schoeman, 1973; Archibald & Schoeman, 1987); *Este* (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974).

Ecología: entre filamentos de zygmematales en la superficie de poza. Perifítico.

pH= indiferente, alcalifilo; en= eutrófico, mesotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio, oligosaprobio; cc= indiferente; hg= turberas; fv= perifítico, epifito; et= mesotermal. Euritópico; turberas acidas de la región oeste de Europa; indiferente al calcio; aguas oxigenadas.

### *Cymbella prostrata* (Berkeley) Cleve 1894

(Lámina 6, fig. g)

Sinónimos: *Monema prostratum* Berkeley  
*Encyonema prostratum* (Berkeley) Kützing

Lowe, 1974, pág.109; Patrick & Reimer, 1975, pág.40, Pl.6, fig.4; Germain, 1981, pág.290, Pl.106, fig.3-4; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág. 333, fig. 140: 9-17; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.  
Muestras FCME PA 3323, PA 3330, PA 3348.

Valva moderadamente dorsi ventral, con margen dorsal arqueado, margen ventral convexo, extremos ligeramente distinguibles de la valva; área axial lineal; área central orbicular; rafe ligeramente recto; estrias anchas, convergentes a lo largo de la valva. Largo 24.48-25.7  $\mu\text{m}$ , ancho 8.1-9.9  $\mu\text{m}$ ; estrias 10-11/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Meco, Micos, Tanchachin, Puente de Dios.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán: Avila, 1989); Michoacán (Ortega, 1984); Tlaxcala (Quintana, 1961); México central (Metcalf, 1985).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Córdoba: Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989); USA (Lowe, 1974, Patrick & Reimer, 1975; Gale, Gurzynski & Lowe, 1979); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); España (Albacete, Murcia, Alicante: Aboal y Llimona, 1989; Aboal, 1989c, 1989b); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); Norteamérica (Sheath & Cole, 1992).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente, halofilo; ss= beta mesosaprobio, oligosaprobio; ec= reófilo; hg= río, lago, poza, estanque, aerófilo, diatomita; fv= perifítico, epifito, epilítico; et= mesotermal, estenotermal, oligotermal. Ambientes insuficientemente conocidos; común dentro de ríos y estanques, en depósitos litorales sobre macrofitas; aguas oxigenadas; indiferente al calcio.

***Cymbella prostrata* var. *auerswaldii* (Rabenhorst) Reimer**  
(Lámina 6, fig. g')

Sinónimos: *Encyonema cespitosum* Kützing

*Encyonema auerswaldii* Rabenhorst

*Cymbella caespitosum* (Kützing) Brun

*Encyonema caespitosum* var. *auerswaldii* (Rabenhorst) Van Heurck

*Cymbella ventricosa* var. *auerswaldii* Meist.

Patrick & Reimer, 1975, pág.41, Pl.6, figs.5-6; Germain, 1981, pág.290, Pl.106, fig.3-4; Avila, 1989, pág.20.

Muestra FCME PA 3180.

Valva pequeña con margen dorsal ligeramente arqueado, margen ventral convexo con extremos redondeados; área central orbicular; rafe ligeramente recto; estrias anchas, radiales a lo largo de toda la valva. Largo 24.48-25.7  $\mu\text{m}$ , ancho 8.1-9.9  $\mu\text{m}$ ; estrias 10-11/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: México central (Metcalfé, 1988); Puebla (Tehuacán: Avila, 1989).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: occidental (Germain, 1981).

Ecología: presente en zona de deslizamiento, pozas. Forma parte de crecimientos con forma de grumos adheridos al sustrato. Perifítico.

pH= alcalifilo; en= oligotrófico; es= oligohalobio, halofilo; ss= oligosaprobio; ec= reófilo; hg= río, lago, poza, estanque, aerófilo, diatomita; fv= epifito, epilítico; et= estenotermal, oligotermal. Indiferente al calcio. Ambientes insuficientemente conocidos; reportada la nominal como especie común dentro de ríos y estanques, en depósitos litorales sobre macrofitas.

***Cymbella silesiaca* Bleisch in Rabenhorst 1864**

(Lámina 6, fig. h)

Sinónimos: *Cymbella ventricosa* Kützing 1844*Cymbella minuta* var. *silesiaca* (Bleisch) Reimer 1975

Patrick & Reimer, 1975, pág.49, Pl.8, figs.7a-10b; Germain, 1981, pág.292; Maidana, 1985, pág.111, Lám.7, fig.3; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.304, fig.117:1-24; Carmona, 1990, pág.61, fig.49; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.55, Pl.III, fig.41; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestras FCME PA 1930, PA 2543, PA 2556, PA 2651.

Valvas semilanceoladas, marcadamente dorsiventrals, con el margen dorsal convexo a fuertemente convexo y el ventral recto, a veces con una ligera protuberancia; extremos subrostrados a rostrados, angostos, curvados hacia el lado ventral; área axial muy angosta; área central indistinguible; rafe lateral, de posición ventral, fisuras externas distales curvadas ventralmente y las proximales curvadas hacia el lado dorsal, con poros centrales distinguibles; estrias dorsales suavemente radiales, la central con un estigmoide en el extremo, las ventrales paralelas. Largo 14.8-31  $\mu\text{m}$ , ancho 5.4-9.42  $\mu\text{m}$ ; estrias centrales en 10  $\mu\text{m}$  8-10 (9.2  $\pm$  0.7) dorsales y 9-11 (10  $\pm$  0.8) ventrales.

Patrick & Reimer (1975), Germain (1981), Maidana (1985) y Tavera, Elster & Marvan (1994) la reportan como *Cymbella minuta* var. *silesiaca* (Bleisch ex rabenhorst) Reimer.

Distribución local: El Salto, Puente de Dios, Meco.

Distribución en México: Región central de México (Metcalf, 1985, 1988); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1990, 1993; Cantoral, 1993; Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: occidental (Germain, 1981; Krammer & Lange-Bertalot, 1986); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: presente en un charco con sustrato pedregoso, formado por cantos rodados y lodo; forma parte de flóculos sueltos en las orillas del charco. Perifítico en zona de terrazas.

pH= indiferente, alcalifilo; en= oligotrófico, eutrófico; es= oligohalobio; ss= alfa mesosaprobio; ec= reófilo; hg= manantial, poza, río, arroyos, aerófilo, paredon; fv= perifítico, epilítico. Resistencia cambios bruscos en los gradientes ambientales (euritópico); oligohalobios, indiferentes al pH; aguas de baja a media conductividad.

***Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck 1880**

(Lámina 6, fig. i)

Sinónimos: *Cocconema tumidum* Brébisson y Kützing*Cymbella stomatophora* Grunow

Lowe, 1974, pág. 111; Patrick & Reimer, 1975, pág. 58, Pl. 10, fig. 8; Germain, 1981, pág. 288, Pl. 106, figs. 1-2; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág. 176, Pl. 20, fig. 468; Maidana, 1985, pág. 114, Lám. 7, figs. 2, 10; Carmona, 1990, pág. 62, fig. 50; Valadez, 1992, pág. 120, Lám. 21, fig. 5; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág. 123.  
Muestras FCME PA 2062, PA 2063, PA 2068, PA 2334, PA 2337, PA 2340, PA 2342, PA 2345, PA 2691, PA 2929, PA 2930, PA 3139, PA 3141, PA 3142, PA 3166, PA 3311, PA 3323, PA 3348.

Valva dorsiventral, márgen dorsal liso o ligeramente sinuoso, márgen ventral recto u ondulado, extremos rostrados, redondeados; área axial angosta, curvada; área central orbicular, asimétrica; rafe lateral con extremos distales curvados hacia el lado dorsal, proximales bulbosos hacia el ventral; estrias lineadas, radiales. Largo 65-70  $\mu\text{m}$ , ancho 17-19  $\mu\text{m}$ ; estrias 9-10/10  $\mu\text{m}$ ; 10-12/10  $\mu\text{m}$  extremos; puntos 16-20/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: El Salto, El Meco, Micos, Puente de Dios, Nacimiento del Choy, Río Claro, Huichihuayan.

Distribución en México: México central (Kusel-Fetzmann, 1973; Metcalfe, 1985, 1988); Oaxaca (Sierra de Juárez: Tavera y González-González, 1990); Morelos (Valadez, 1992); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Córdoba, Buenos Aires: Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988; Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989; Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); USA (Patrick & Reimer, 1975); Norteamérica (Sheath & Cole, 1992). *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); Japón (Akiyama, 1965); *Europa*: España (Murcia, Alicante, Jaén, Albacete: Aboal y Llimona, 1984a, 1984b, 1989; Aboal, 1988, 1989a, 1989b, 1989c); occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974).

Ecología: perifítico; manantiales, zona de cantos rodados, velocidad de corriente baja, intensidad luminosa alta.

pH= indiferente, alcalifilo, alcalibiontico; en= eutrófico, mesotrófico; es= oligohalobio, halofilo, indiferente; ss= mesosaprobio, oligosaprobio, saprógeno; ec= indiferente; hg= ríos, arroyos, lago, corrientes, manantial, poza, aerófilo, edáfico; fv= perifítico, epilítico, epifito; et= metatermal, mesotermal, eutermal. Conductividad 400-20,000  $\mu\text{s/cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.29 mg/l. Ambientes alcalófilos, creciendo sobre plantas en descomposición; no crece en gran número en aguas con contaminación orgánica.

***Cymbella tumidula* Grunow in A. Schmidt et al. 1875**

(Lámina 6, fig. j)

Patrick & Reimer, 1975, pág. 56, Pl.10, fig.6; Germain, 1981, pág.284, Pl.104, figs.12-16; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.177, Pl.21, fig.470; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.315, fig.126: 8-19; 127: 1-7; Ibarra, 1992, pág.44; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123. Muestra FCME PA 2607.

Valva moderadamente dorsi-ventral, márgen dorsal convexo, márgen ventral con una ligera curvatura en la región media, extremos rostrados; área axial pequeña, lanceolada; área central ovoide; rafe reverso lateral; estrias radiales. Largo 34 µm, ancho 8 µm; estrias ventrales centro 11/10 µm, dorsales centro 10/10 µm, ventrales polos 14/10 µm, dorsales polos 11/10 µm; puntos 30/10 µm.

Distribución local: Nacimiento El Salto.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1988); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; es= oligohalobio, halofobo; ss= oligosaprobio; ec= indiferente; fv= epifito. Aguas calcáreas; Depósitos calcáreos del devónico o Carbonífero de Maine-et-Loire y de Mayenne (Grez-en-Bouère); regiones tropicales.

***Diploneis* Ehrenberg 1844**

Valvas lineal elíptica, elíptica o ligeramente constrañida en la región media. Valvas caracterizadas por paredes silíceas que se engrosan en el nódulo central. Una hilera silícea más o menos ancha en el eje apical, que se bifurca por las ramas del rafe y se fusiona junto con el nódulo central formando una estructura en forma de H, del otro lado de esta, existe un canal longitudinal de ancho variable en cada lado de la valva, el cual puede estar cruzado por las costillas, después tienen poros arreglados en varios patrones. Las costillas transversales están presentes a través de la valva en el lado marginal del canal longitudinal, este puede ser paralelo a radial. Entre las costillas están los alvéolos o hileras sencillas o dobles de poros. La costilla puede estar cruzada por hileras longitudinales. Los alvéolos pueden estar arreglados formando líneas longitudinales.

***Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve 1891**

(Lámina 6, fig. k)

Sinónimos: *Navicula elliptica* Kützing

*Diploneis elliptica* var. *grandis* (Grunow) Cleve

Hustedt, 1930, pág.250, fig.395; Lowe, 1974, pág.120; Patrick & Reimer, 1975, pág.414-415, Pl.38, fig.10; Germain, 1981, pág.142, Pl.54, figs.1-5; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.85-86,

Pl.10, fig.201; Maidana, 1985, pág.117, Lám.6, fig.2, Lám.29, figs.3-4; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.285, fig.108:1-6; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.  
Muestras FCME PA 980, PA 1916, PA 2107, PA 2604, PA 2606, PA 2607, PA 2645, PA 2649, PA 2651, PA 2652, PA 2667, PA 2683, PA 2691, PA 2698, PA 3190.

Valva elíptica con extremos redondeados; área axial grande, con extensiones estrechándose hacia los extremos de la valva, área central elíptica; canales longitudinales estrechos; una hilera sencilla de poros en la superficie de cada canal longitudinal; costillas radiales en toda la valva. Largo 32.75-35.28  $\mu\text{m}$ , ancho 15.75-18.76  $\mu\text{m}$ ; costillas 9-11/10  $\mu\text{m}$ , con una hilera sencilla de alveólos entre las costillas.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos.

Distribución en México: Estado de México (Texcoco: Bradbury, 1971); México central (Metcalf, 1985, 1988); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Buenos Aires: Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); USA (Whitford & Kim, 1971; Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: España (Murcia: Aboal y Llimona, 1984a, 1984b); occidental (Hustedt, 1930; Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: presente principalmente en pozas; plataforma con corriente fuerte, rápido. Forma parte de crecimientos costosos adheridos al sustrato, colonias hemisféricas sobre lodo, mechones de filamentos, tapete, película. Perifítico, epifito, epipélico.

pH= alcalifilo, indiferente; en= mesotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobio, saprógeno; ec= limnófilo; hg= lago, río, arroyos, manantial, poza, ciénegas, aerófilo; fv= euplancónico, perifítico, béntico; et= metatermal, oligotermal, mesotermal. Conductividad 400-20,000  $\mu\text{s/cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.57 mg/lit. Aguas dulces hasta ligeramente salobres; en ciénegas, lagos y manantiales; niveles bajos de materia orgánica.

#### ***Diploneis marginestrata* Hustedt 1922**

(Lámina 7, fig. a)

Patrick & Reimer, 1966, pág.413, Pl.38, fig.7; Germain, 1981, pág.146, Pl.55, figs.20-21; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.292, fig.110: 3-5; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestra FCME PA 3323.

Valva lineal elíptica, extremos redondeados; nódulo central pequeño; canales longitudinales anchos; costillas paralelas. Largo 20-23  $\mu\text{m}$ , ancho 8-9  $\mu\text{m}$ ; costillas 17-18/10  $\mu\text{m}$ , con una hilera sencilla de alveólos entre las costillas.

Distribución local: Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente; es= oligohalobio, indiferente, halofobo; ss= oligosaprobio; ec= limnófilo; hg= turberas, aerófilo; fv= béntico. Agua dulce. Euritópica; turberas con gramíneas.

***Diploneis oblongella* (Nägeli) Cleve-Euler 1922**

(Lámina 7, fig. b)

Sinónimos: *Navicula oblongella* Naegeli ex Kützing

*Pinnularia ovalis* Hilse

*Diploneis* (*ovalis* var.?) *oblongella* (Naegeli) Cleve

*Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve

Patrick & Reimer, 1966, pág.413, Pl.38, fig.8; Lowe, 1974, pág.122; Maidana, 1985, pág.118, Lám.6, fig.8; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.287, fig.108:7-10; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestras FCME PA 2645, PA 3323, PA 3330, PA 3344, PA 3353.

Valvas lineal elíptica con extremos anchamente redondeados; área central grande, elíptica; costillas ligeramente radiales. Largo 19-20.18  $\mu\text{m}$ , ancho 6-7  $\mu\text{m}$ ; estrias centro 16-18/10  $\mu\text{m}$ , polos 18/10  $\mu\text{m}$ ; areolas 30/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Meco, Micos, Tanchachin, Puente de Dios, Nacimiento Coy.

Distribución en México: Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1966); *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; es= oligohalobio, indiferente, ss= oligosaprobio, saproxeno; ec= indiferente; hg= arroyos, aerófilo; fv= perifítico. Aguas dulces a ligeramente salobres; a veces en suelos húmedos; indiferente al calcio; regiones tropicales.

***Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve 1891**

(Lámina 7, fig. c)

Sinónimo: *Pinnularia ovalis* Hilse in Rabenhorst

Germain, 1981, pág.142, Pl.55, figs.1-8; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.286, fig.108:14-16; Valadez, 1992, pág.121, Lám.21, fig.7; Cuesta, 1993, pág.74, Lám.IV, fig.30; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestras FCME PA 3323, PA 3330, PA 3351.

Valva elíptica, extremos redondeados; área central lineal; cosatillas ligeramente paralelas en el centro, convergentes hacia los extremos. Largo 14-22.5  $\mu\text{m}$ , ancho 9-11.5  $\mu\text{m}$ ; costillas 9-10/10  $\mu\text{m}$  central, 10-11/10  $\mu\text{m}$  polos.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Tanchachin, Puente de Dios, Nacimiento del Choy.

Distribución en México: Michoacán (Pátzcuaro: Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Buenos Aires: Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994). *Asia*: Japón (Akiyama, 1970); *Europa*: central (Hustedt, 1930); España (Murcia, Albacete: Aboal y Llimona, 1984a, 1984b; Aboal, 1988, 1989c); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); occidental (Bourrelly, 1946; Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; es= mesohalobio, oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobio; ec= indiferente; hg= río, aerófilo, manantial, turberas; fv= epipelico, epilítico, perifítico; et= eutermal, mesotermal. Conductividad 3001-5000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Fosfatos totales 0.30-0.57 mg/lt. Típicamente aerofila. Cercana al mar; aguas con alta conductividad. Tropical.

***Diploneis subovalis* Cleve 1894**

(Lámina 7, fig. d)

De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.87, Pl.10, fig.206; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.288, fig.109: 8-9; Ibarra, 1992, pág.25; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.52, Pl.II, fig.35. Muestra FCME PA 2645.

Valva elíptica, extremos redondeados; área central lineal elíptica. Largo 29-32  $\mu\text{m}$ , ancho 16-18  $\mu\text{m}$ ; costillas 9/10  $\mu\text{m}$ ; areolas 16/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Meco.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992); cuenca del Papaloapan, (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *América*: Estado de Río Grande del Sur de Brasil (Bicudo, 1973; Maróstica, 1981); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: central (Krammer & Lange-Bertalot, 1986); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986).

Ecología: entre una nata café dorada, en paredes inclinadas de pozas, con ligera corriente. Perifítico.

pH= indiferente, alcalifilo; es= oligohalobio, indiferente; hg= cascadas, aerófilo; et= oligotermal. Tropical. Escasa en aguas con media conductividad; probablemente con una amplia distribución mundial.

#### *Gomphonema* Ehrenberg (Agardh) 1832

Células heteropolares, libres o fijas al sustrato, por un pie mucilaginoso simple o ramificado. La vista conectiva es siempre cuneiforme. Valva con un rafe mediano rectilíneo que coincide con el eje de simetría. La valva en la base de fijación es estrecha, mientras que el ápice es ancho. De ésta forma, el contorno es siempre más o menos de forma piriforme. Frecuentemente, los polos son capitados. La valva está ornamentada por estrías finas, punteadas; el área axial es estrecha, el área central es algunas veces ligeramente asimétrica y presenta frecuentemente uno o varios poros aislados o estigmas. En la base de la valva, se observan dos campos porosos lisos en el nacimiento del estilo de fijación. El rafe es rectilíneo. En general, presentan un sólo plasto por célula.

#### *Gomphonema affine* Kützing 1844

(Lámina 7, fig. e)

Sinónimo: *Gomphonema affine* f. *major* Grunow in Van Heurck

Patrick & Reimer, 1975, pág.133, Pl.17, fig.5; Ortega, 1984, pág.109, Lám.29, fig.3; Maidana, 1985, pág.126, Lám.8, fig.9; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág. 366, fig. 161: 1-3; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.  
Muestra FCME PA 3323.

Valva cuneiforme con extremos redondeados u obtusos, angostos; área axial lineal, angosta; área central transversal; estrías radiales en toda la valva. Largo 67.23 µm; ancho 10.98 µm; estrías 9/10 µm centro, 10/10 µm en los polos.

Distribución local: Micos.

Distribución en México: México central (Metcalfe, 1988); Hidalgo (Huasca, San Miguel Regla: Ortega, 1984); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: central (Krammer & Lange-Bertalot, 1986); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; en= mesotrófico; es= oligohalobio; ss= beta mesosaprobio; hg= arroyos.

Regiones tropical y subtropical; tolerante a aguas con alta conductividad.

***Gomphonema angustum* Agardh 1831**

(Lámina 7, fig. f)

Sinónimos: *Gomphonema intricatum* Kützing

*Gomphonema dichotomum* Kützing

*Gomphonema intricatum* var. *pumilum* Grunow in Van Heurck

*Gomphonema bohemicum* Reichelt & Fricke

*Gomphonema fanensis* Maillard

Germain, 1981, pág.304, Pl.113, figs.12-15; Patrick & Reimer, 1975, pág.134, Pl.18, fig.1; Sarode & Kamat, 1984, pág.188, Pl.22, fig.506; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.370, fig.164:1-16; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.

Muestras FCME PA 980, PA 984, PA 1930, PA 2097, PA 2101, PA 2104, PA 2105, PA 2106, PA 2107, PA 2595, PA 2604, PA 2606, PA 2607, PA 2649, PA 2651, PA 2652, PA 2664, PA 2666, PA 2667, PA 2691, PA 3180, PA 3182, PA 3185, PA 3188, PA 3189, PA 3190; PA 3353.

Valva ligeramente ensanchada en la región media, se estrecha hacia los ápices, de forma redondeada; área axial ancha en la región central; área central formada por estrías medias, ligeramente radiales; con una estría pequeña en la región central, terminando en un punto distintivo. Largo 52.8-68.29  $\mu\text{m}$  (87.76  $\mu\text{m}$ ), ancho 7.52-7.84  $\mu\text{m}$  (12  $\mu\text{m}$ ); estrías punteadas 9-10/10  $\mu\text{m}$  (central), 10-11/10  $\mu\text{m}$  (polos).

Las medidas de largo y ancho son ligeramente más grandes que las reportadas por Patrick & Reimer (1975) (largo 30-70  $\mu\text{m}$ , ancho 5-9  $\mu\text{m}$ ), para ellos es *Gomphonema intricatum*

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Nacimiento Coy.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981; Krammer & Lange-Bertalot, 1986); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994).

Ecología: ampliamente distribuida en la localidad, desde pozas con comunicación hasta pozas estancadas, en charcos y zonas de deslizamiento entre pozas, rápidos. Forma parte de crecimientos costrosos, en flóculos filamentosos, tufo cortos, filamentos planctónicos, mechones de filamentos, cesp. Con rangos adaptativos amplios. Perifítico.

pH= alcalifilo; en= oligotrófico, eutrófico; es= oligohalobio; ss= oligosaprobio. Aguas dulces y ligeramente alcalinas; aguas con alta conductividad.

***Gomphonema brasiliense* Grunow 1878 var. *brasiliense***

(Lámina 7, fig. g)

Sinónimo: *Gomphonema brasiliense* var. *demerarae* Grunow

Patrick &amp; Reimer, 1975, pág.143-144, Pl.18, figs.15-17; Ortega, 1984, pág.110; Tavera, Elster &amp; Marvan, 1994, pág.56, Pl.III, fig.45.

Muestras FCME PA 2667, PA 2698, PA 3185.

Valva lanceolada, estrechándose hacia los extremos por lados cóncavos; área axial ancha, lanceolada, márgenes valvares ondulados; estrías marginales más o menos radiales cerca de los extremos, y en la región central. Largo 28.8-29.6  $\mu\text{m}$ , ancho 6.24-6.56  $\mu\text{m}$ ; estrías punteadas, 16-17/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: El Salto, Micos.

Distribución en México: Estado de México (Ortega, 1984); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster &amp; Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *América*: Brasil (Patrick & Reimer, 1975); USA (Patrick & Reimer, 1975).

Ecología: presente en poza. Forma parte de natas filamentosas flotantes de Zygnematales. Epifito.

pH= indiferente; hg= paredones, corrientes, manantiales, pozas. Aguas tibias con moderada conductividad.

***Gomphonema gracile* Ehrenberg 1838**

(Lámina 7, fig. h)

Sinónimos: *Gomphonema lanceolatum* Ehrenberg*Gomphonema grunowii* Patrick

Lowe, 1974, pág.156; Patrick y Reimer, 1975, pág.131, Pl.17, figs.1-3; Germain, 1981, pág.310, Pl.115, figs.1-14, Pl.168, fig.12; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.111, Pl.29, fig.8; Sarode & Karnat, 1984, pág.185, Pl.21, fig.498; Maidana, 1985, pág.134, Lám.8, fig.15; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.361, Pl.156, fig.1-11, Pl.154, figs.26-27; Carmona, 1990, pág.64, fig.52; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.56, Pl.III, fig.47; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124. Muestras FCME PA 2062, PA 2063, PA 2067, PA 2332, PA 2334, PA 2339, PA 2342, PA 2343, PA 2345, PA 2347, PA 2351, PA 2554, PA 2556, PA 2929, PA 3166, PA 3185.

Valva romboidal con extremos simétricos; rafe recto; área central estrecha con un estigma; estrías punteadas, nódulo central cargado hacia un lado. Largo 48.5-60  $\mu\text{m}$ , ancho 8.2-10  $\mu\text{m}$ ; estrías 10-11/10  $\mu\text{m}$  (central). 1 estigma.

Distribución local: El Salto, Nacimiento del Choy, Huichihuayan, Puente de Dios.

Distribución en México: Estado de México, Hidalgo (Ehrenberg, 1869); Michoacán (Pátzcuaro: Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); Estado de México (Texcoco: Bradbury, 1971); México central (Kusel-Fetzmann, 1973; Metcalfe, 1985, 1988); Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán (Ortega, 1984); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Buenos Aires: Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); Brasil (Contín y de Oliveira, 1993); Cuba, (Toledo, s.f.c); USA (Tiffany & Britton, 1952; Whitford & Kim, 1971; Patrick & Reimer, 1975; Czarniecki, 1979; Cook & Whipple, 1982); *Asia*: India (Maharashtra: Sarode & Karnat, 1984); *Europa*: central (Skuja, 1949); Polonia (Sieminska, 1964); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); tropicos y norte de Europa (Krammer & Lange-Bertalot, 1986); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974).

Ecología: perifítico, epifito a *Audouinella pygmaea* (Kützing) Weber-Van Bosse 1921 (Rhodophyceae) en manantiales. Presente en velocidad de corriente alta, iluminación baja. Conductividad 0.03-0.08  $\mu\text{s/cm}$ .

pH= alcalifilo, indiferente, acidófilo; en= mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, halofilo, indiferente; ss= mesosaprobio, oligosaprobio, saprofóbico; ec= limnobiontico, limnofilo, reófilo; hg= río, arroyos, laguna, cascadas, cenotes, aerófilo, turberas; fv= euplancónico, perifítico, epifito, epipélico; et= eutermal, mesotermal. Conductividad 400-20,000  $\mu\text{s/cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.57 mg/lt. Aguas ácidas, entre sedimentos de ríos, lagunas, paredones, corrientes y cascadas, entre musgos; aguas con baja conductividad; cosmopolita, zonas tropicales y norte de Europa; indiferente al calcio.

***Gomphonema grovei* var. *lingulatum* (Hustedt) Lange-Bertalot 1985**

(Lámina 7, fig. i)

Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág. 378, fig. 166: 3-11.

Muestra FCME PA 3327.

Valva clavada, extremos redondeados; valva estrecha en la base con extremos rostrado capitados; área axial y central amplia, formando un espacio lanceolado; estrias ligeramente radiales, punteadas. Largo 16.5-18  $\mu\text{m}$ , ancho 4-5  $\mu\text{m}$ ; estrias 17/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Santa Anita.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: posiblemente cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: entre filamentos de *Thorea violaceae* Bory 1808 (Rhodophyceae); *Sirodotia hullensis* (Welw., W. West et G.S. West) Skuja 1931 (Rhodophyceae), *Rhizoclonium* sp. y *Spirogyra* sp. (Chlorophyceae). Perifítico.

en= mesotrófico; ss= alfa y beta mesosaprobio. Sin datos.

***Gomphonema grunowii* Patrick 1975**

(Lámina 7, fig. j)

Patrick & Reimer, 1975, pág.131, Pl.17, fig.6; Ortega, 1984, pág.112, Pl.29, fig.9; Maidana, 1985, pág.136, Lám.8, fig.19; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.361, fig.156:1-11, fig.154:26-27. Muestras FCME PA 2922, PA 2929, PA 2930, PA 2932, PA 3127, PA 3167.

Valva lanceolada con ápice atenuado, rostrado; área axial y central estrecha; estrias paralelas en el centro, radiales o paralelas en los polos. Largo 37.2-41.1 µm, ancho 9.44-9.92 µm; estrias 16/10 µm central, 12-13/10 µm polos.

Para Krammer & Lange-Bertalot (1986) es sinonimia de *Gomphonema gracile* Ehrenberg 1838.

Distribución local: Nacimiento del Choy.

Distribución en México: México central (Patrick & Reimer, 1975, Metcalfe, 1985, 1988); Hidalgo (Ortega, 1984); San Luis Potosí (Huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Buenos Aires: Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); cosmopolita, norte de Europa (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico, epifito a *Audouinella pygmaea* (Kützinger) Weber-Van Bosse 1921 (Rhodophyceae) en manantiales, con velocidad de corriente e intensidad luminosa bajas.

pH= alcalifilo; ss= oligosaprobio, beta mesosaprobio; hg= arroyos; et= mesotermal. Conductividad 400-3000 µs/cm. Fosfatos totales 0.02-0.29 mg/lt. Aguas circunneutrales de moderada conductividad.

***Gomphonema intricatum* var. *vibrio* (Ehrenberg) Cleve 1894**

(Lámina 7, fig. k)

Sinónimo: *Gomphonema vibrio* Ehrenberg

Frenguelli, 1942, 152/VI/25; Patrick & Reimer, 1975, pág.135, Pl.18, fig.4; Germain, 1981, pág.304, Pl.113, fig.5; Sarode & Kamat, 1984, pág.189, Pl.22, fig.510; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.370, fig.164:1-16; Cuesta, 1993, pág.86, Lám.VII, fig.49.

Muestra FCME PA 3185.

Valva fuertemente gibosa, con ensanchamiento en la región central, extremos redondeados; estrias ligeramente radiales. Largo 52.8-68.29 µm, ancho 7.5-7.8 µm; estrias punteadas 9-10/10 µm (central), 11/10 µm (polos).

Para Krammer & Lange-Bertalot (1986), se presenta dentro de *Gomphonema angustum* Agardh 1831.

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Frenguelli, 1942); USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); posiblemente cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico entre nata de filamentos de zygnetales flotantes en poza.

en= oligotrófico, eutrófico. Aguas dulces; tolerante a un amplio intervalo de conductividad.

***Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing 1849**

(Lámina 7, fig. I)

Sinónimos: ver Patrick & Reimer, 1975.

Lowe, 1974, pág.161; Patrick & Reimer, 1975, pág.122, Pl.17, figs.7-12; Germain, 1981, pág.308, Pl.114, figs.23-28; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.112, Lám.29, fig.12; Sarode & Kamat, 1984, pág.195, Pl.23, fig.529; Maidana, 1985, pág.137, Lám.8, figs.10-12; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.358, Pl.154, figs.1-25; Ibarra, 1992, pág.30; Valadez, 1992, pág.123, Lám.21, fig.10; Cuesta, 1993, pág.87, Lám.VII, fig.50a, 50b, 50c; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.57, P.III, fig.48a-b; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.  
Muestras FCME PA 2683, PA 3327, PA 3330, PA 3344.

Valva lanceolada; área axial de ancho variable, área central con un estigma; estrías paralelas en el centro, radiales en los extremos. Largo 18-22.83  $\mu\text{m}$ , ancho 5-8  $\mu\text{m}$ ; estrías 13-16/10  $\mu\text{m}$  central, 16-17/10  $\mu\text{m}$  polos.

Distribución local: Santa Anita, Tanchachin, Micos, Puente de Dios.

Distribución en México: Estado de México (Texcoco: Bradbury, 1971); Michoacán (Patzcuáro: Hutchinson, Patrick & Devey, 1956); Hidalgo (Huasca, San Miguel Regla: Ortega, 1984); lagos y sedimentos lacustres de la región central de México (Metcalf 1985, 1988); sedimentos lacustres del cuaternario en Michoacán (Metcalf y Harrison, 1984); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992; Cuesta, 1993); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973; Archibald & Schoeman, 1987); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente; en= eutrófico, mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= alfa mesosaprobio, polisaprobio; cc= reófilo; hg= arroyos, paredon, corrientes, aerófilo; fv= adherido

Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes lóticos en la cuenca baja de la huasteca potosina (béntico), perifítico, epilítico; et= mesotermal, estenotermal. Aguas dulces, mejor desarrollo en aguas ricas en nutrientes; aguas de baja a media conductividad; puede ser indicador de contaminación; indiferente al calcio y hierro.

***Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot 1979**

(Lámina 7, fig. m)

Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.364, Pl.159, figs.1-4; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.

Muestras FCME PA 2595, PA 2604, PA 2649.

Valva clavada; área axial estrecha; rafe ligeramente filiforme; estrias ligeramente paralelas a ligeramente radiales. Largo 33.22-40.68  $\mu\text{m}$ , ancho 8.14-9.72  $\mu\text{m}$ ; estrias 7-8/10 $\mu\text{m}$  (central), polos 8/10  $\mu\text{m}$  (polos).

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Meco, Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *Europa*: (Krammer & Lange-Bertalot, 1986); *Holanda* (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente; en= mesotrófico, eutrófico; es= oligohalobio; ss= alfa, beta mesosaprobio.  
Aguas meso a eutróficas.

***Gomphonema truncatum* Ehrenberg 1832**

(Lámina 7, fig. n)

Sinónimos: *Gomphonema* ? *constrictum* Ehrenberg

*Gomphonema constrictum* Ehrenberg emend. Kützing

*Gomphonema constrictum* var. *subcapitata* Grunow in Van Heurck

Patrick & Reimer, 1975, pág. 118, Pl.16, fig.3; Germain, 1981, pág.301, Pl.112, figs.1-12, Pl.161, fig.4; Ortega, 1984, pág.113, Lám.29, fig.15; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.369, fig.159: 11-18; Valadez, 1992, pág.124, Lám.21, fig.11; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.  
Muestras FCME PA 2071, PA 2556, PA 3114, PA 3139, PA 3141, PA 3142.

Valva globosa; área axial estrecha, área central con nódulo central y una estria opuesta; estrias radiales. Largo 30-85  $\mu\text{m}$ , ancho 7-11  $\mu\text{m}$ ; estrias 8-11/10  $\mu\text{m}$  (central).

Germain (1981) la considera sinonimia de *Gomphonema constrictum* Ehrenberg.

Distribución local: Puente de Dios, Huichihuayan.

Distribución en México: Estado de México (Ehrenberg, 1869); Hidalgo (Mineral del Monte: Ortega, 1984); Morelos (Valadez, 1992); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico; normalmente sesil.

pH= alcalifilo; en= eutrófico, oligotrófico, mesotrófico; es= mesohalobio, oligohalobio; ss= beta mesosaprobio; ec= indiferente; fv= epifito, epilítico; et= oligoterma, mesoterma.

Aguas con alta conductividad; sobre macrofitas y algas filamentosas; soporta aguas contaminadas.

*Gyrosigma* Hassall 1843

Vista valvar lanceolada, recurvadas en forma de "S", con dos ejes gradualmente atenuados. Un rafe axial simple recurvado igual que las valvas. En vista cingular con un contorno elíptico alargado, mostrando la ausencia de septos, presencia de nódulos polares y centrales. Vista valvar con estrias perpendiculares al rafe, cortado en ángulos rectos por un segundo sistema de estrias paralelas formando un cuadrilado.

*Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst 1853

(Lámina 7, fig. ñ)

Sinónimos: *Frustulia acuminata* Kützing

*Navicula acuminata* Kützing

*Pleurosigma acuminatum* (Kützing) Grunow

Hustedt, 1930, pág.222-223, fig.329; Patrick & Reimer, 1966, pág.314-315, Pl.23, figs.1-3; Lowe, 1974, pág.163; Germain, 1981, pág.132, Pl.49, figs.2-5; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984 pág.66, Pl.7, fig.145; Novelo, 1985; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.296, fig.114:4-8; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.

Muestras FCME PA 980, PA 2354, PA 2595, PA 2604, PA 2606, PA 2645, PA 2651, PA 2689, PA 2691, PA 2698, PA 3141, PA 3142.

Valva sigmoide, lanceolada con extremos redondeados; rafe y área axial de forma sigmoide al centro; extremos del rafe están curvados en direcciones opuestas; área central es longitudinalmente elíptica; intersección de estrias transversales y longitudinales dan la apariencia de un cuadrilado; estrias transversales ligeramente radiales hacia el centro, hacia los extremos paralelas; estrias longitudinales se curvan en el área central (esto por la intersección con estrias transversales). Largo 98.4-102 µm, ancho 14-16.7 µm; estrias punteadas transversales 16-18/10 µm, estrias longitudinales 18-19/10 µm.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Huichihuayan.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán: Novelo, 1985); San Luis Potosí (Huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993, Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993; Carmona, 1990).

Distribución geográfica: *América*: USA (Tiffany & Britton, 1952; Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: (Heurck, 1899; Hustedt, 1930; Krammer & Lange-Bertalot, 1986); Inglaterra (Evans, 1958; Holmes & Whitton, 1981); Suecia (Skuja, 1964); Polonia (Sieminska, 1964); Rusia (Gollerbach & Krasavina, 1977); occidental (Germain, 1981); España (Murcia, Albacete, Alicante: Aboal y Llimona, 1984a, 1984b; Aboal, 1986, 1988, 1989b, 1989c; Reservoir La Minilla: Casco & Toja, 1991); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); cosmopolita (Lowe, 1974; Bourrelly, 1968).

**Ecología:** presente en poza estancada, rápido. Forma parte de crecimientos costrosos, mechones de filamentos. Epilítico, perifítico en zonas de corriente media e intensidad luminosa de media a alta. Conductividad 0.03  $\mu\text{s/cm}$ .

pH= alcalibiontico; en= eutrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= mesosaprobio, beta mesosaprobio, oligosaprobio; ec= reófilo, indiferente; hg= río, manantial, poza, lago, canal de riego temporal, rambla, presa; fv= perifítico, epifito, béntico; et= mesotermal. Aguas dulces (euritópico; tolerante a gradientes ambientales en condiciones extremas); aguas calcáreas; aguas con alta conductividad.

### ***Gyrosigma nodiferum* (Grunow) Reimer 1966**

(Lámina 7, fig. o)

Sinónimos: *Pleurosigma nodiferum* Grunow in Cleve & Grunow

*Gyrosigma spencerii* var. *nodifera* (Grunow) Cleve

Patrick & Reimer, 1966, pág.320-321, Pl.24, fig.2; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.297, fig.115:1.

Muestras FCME PA 1916, PA 2107, PA 2593, PA 2604, PA 2607, PA 2645, PA 2651, PA 2683, PA 2689, PA 2691, PA 2698, PA 3180, PA 3190, PA 3307, PA 3330, PA 3341, PA 3344, PA 3348, PA 3353.

Valva ligeramente sigmoide, lineal con extremos curvados y fines redondeados; área axial y rafe son sigmoides; extremos del rafe curvados en direcciones opuestas; área central oblicua, 6.4-7.79  $\mu\text{m}$  de longitud; estrias transversales y longitudinales paralelas, dando la impresión de un cuadrículado, estrias longitudinales más finas que las transversales. Largo 80.8-82.17  $\mu\text{m}$ , ancho 13.5-14.72  $\mu\text{m}$ ; estrias transversales 19-20/10  $\mu\text{m}$ , longitudinales 22-23/10  $\mu\text{m}$ .

Las medidas del área central son más pequeñas que las reportadas por Patrick & Reimer (1966) (8.5-10  $\mu\text{m}$ ).

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Meco, Micos, Tanchachín, Puente de Dios, Gallinas, Nacimiento Coy, Huestetita.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: presente en poza con corriente, zonas de escurrimiento que comunica pozas vecinas, rápido, río. Forma parte de natas de zygnermatales, mechones de filamentos, tapete. Perifítico.

es= oligohalobio; hg= estuario, poza; fv= epipélico. Aguas dulces y ligeramente salobres; aguas con alta conductividad; forma litoral.

***Gyrosigma scalpoides* (Rabenhorst) Cleve 1894**

(Lámina 7, fig. p)

Sinónimo: *Pleurosigma scalpoides* Rabenhorst

Patrick & Reimer, 1966, pág.318, Pl.23, fig.7; Lowe, 1974, pág.166; Germain, 1981, pág.134, Pl.49, figs.6-8; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.68, Pl.7, fig.50; Maidana, 1985, pág.144, Lám.9, fig.4; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.299, fig.116:4; Carmona, 1990, pág.67, fig.55; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.54, Pl.III, fig.36.

Muestras FCME PA 2062, PA 2332, PA 2341, PA 2342, PA 2540, PA 2556, PA 2558, PA 3141, PA 3142.

Valva sigmoidea; área axial y rafe excéntrico en forma de "T" en el área proximal, área central pequeña, longitudinalmente elíptica u orbicular; estrias transversales radiales (centro). Largo 52.2 µm, ancho 10.7 µm; estrias 20/10 µm (transversal), 28-31/10 µm (longitudinal).

Distribución local: El Meco, Puente de Dios, Huichihuayan.

Distribución en México: lagos y sedimentos lacustres de la región central de México (Metcalfe, 1985, 1988); San Luis Potosí (Huasteca potosina: Carmona, 1990); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1966). *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); España (Murcia, Albacete: Aboal y Llimona, 1984a; Aboal, 1986, 1988, 1989c); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico de otras algas en manantiales, en zona de cantos rodados o rocas emergentes al margen del río.

pH= alcalifilo, alcalibiontico; en= mesotrófico; es= oligohalobio, halofilo, indiferente; ss= oligosaprobio; ec= reófilo, indiferente; hg= río, arroyos, lago, canal de riego, rambla, pozas, manantial, corrientes, aerófilo; fv= perifítico, epifito, béntico; et= mesotermal. Ríos circunneutrales o ligeramente alcalinos; aguas de flujo suave con media conductividad.

***Gyrosigma spencerii* (Quekett) Griffith & Henfrey 1856**

(Lámina 8, fig. a)

Sinónimos: *Navicula spencerii* Quekett

*Pleurosigma spencerii* (Quekett) W. Smith

*Pleurosigma kützingii* Grunow

*Pleurosigma gracilentum* Rabenhorst

*Gyrosigma kützingii* (Grunow) Cleve

Patrick & Reimer, 1966, pág.315, Pl.23, fig.4; Lowe, 1974, pág.167; Germain, 1981, pág.134, Pl.49, figs.6-8; De Wolf, 1982; Maidana, 1985, pág.144, Lám.9, fig.3; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.298, fig.115:2; Valadez, 1992, pág.126, Lám.22, fig.1.  
Muestras FCME PA 3330, PA 3341, PA 3348.

Valvas lanceoladas con extremos redondeados, angostos; área axial y rafe ondulados; extremos proximales del rafe opuestos en sentidos opuestos; área central elíptica. Largo 76-94.5  $\mu\text{m}$ , ancho 10.5-13.5  $\mu\text{m}$ ; estrias 18-20/10  $\mu\text{m}$  (transversal), 17-22/10  $\mu\text{m}$  (longitudinal).

Distribución local: Nacimiento El Salto, Tanchachin, Puente de Dios, Gallinas.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1985, 1988); Estado de México (Texcoco: Bradbury, 1971); Morelos (Valadez, 1992).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1966); *Europa*: occidental (Germain, 1981); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo, alcalibiontico; es= mesohalobio, oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobio; ec= indiferente; hg= río, lagos, corrientes, arroyos, sedimentos fósiles de lago; fv= perifítico, béntico; et= mesotermal. Afluentes de río; aguas de media a alta conductividad; ambientes salobres; aguas muy duras (más de 537 ppm de  $\text{CaCO}_3$ ).

*Mastogloia* Thwaites in W. Smith 1856

Células solitarias o agrupadas en cadenas dentro de un tubo gelatinoso. Valva muy regular, o lanceolada; ornamentada por estrias punteadas más o menos perpendiculares al rafe medio. Vista conectiva rectangular, muestra que cada valva tiene una unión reducida a un margen que presenta las partecta. En vista valvar se distinguen sobre los dos lados de la valva las partectas; los nódulos polares y centrales son de tamaño reducido. Cada valva con un cloroplasto laminar.

*Mastogloia elliptica* (Agardh) Cleve 1893

(Lámina 8, fig. b, b1-2)

Sinónimo: *Frustulia elliptica* Agardh

Germain, 1981, pág.123, Pl.45, figs.1-5, Pl.167, fig.1; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.434, fig.201: 10-14; 202: 1-2; 20: 1; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.  
Muestra FCME PA 3330.

Valva elíptica con extremos redondeados; área axial lineal elíptica; área central pequeña; rafe filiforme; estrias radiales en el centro, ligeramente convergentes en los extremos. Largo 33-36  $\mu\text{m}$ , ancho 10.5-12  $\mu\text{m}$ ; estrias 18/10  $\mu\text{m}$ ; 13 partectas.

Distribución local: Tanchachin.

Distribución en México: México central (Metcalfé, 1988); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; es= mesohalobio, oligohalobio, eurihalobio; fv= epífito, béntico; et= mesotermal. Sobre filamentos de *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link (Chlorophyceae); ambientes salobres.

#### *Mastogloia smithii* Thwaites 1856

(Lámina 8, fig. c, c1-2)

Sinónimos: *Mastogloia smithii* var. *lanceolata* Grunow, in Cleve

*M. lanceolata* Thwaites in Grunow

*M. smithii* var. *intermedia* Grunow

Hustedt, 1930, págs.215-217, fig.314; 1959, págs.502-503, fig.928 (a); Patrick & Reimer, 1966, pág.299, Pl.20, figs.10-11; Lowe, 1974, pág.173; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.434, fig.201:1-9; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.

Muestras FCME PA 980, PA 984, PA 1916, PA 2645, PA 2649, PA 2651, PA 2652, PA 2667, PA 2683, PA 3180, PA 3185, PA 3188, PA 3344.

Valva elíptica hasta elíptica-lanceolada, con prolongaciones cortas de forma subcapitada; área axial lineal estrecha; área central pequeña y elíptica; rafe filiforme, ligeramente lateral; estrias punteadas, paralelas o ligeramente radiales. Hileras locales cercanas a los márgenes de la valva de forma cuadrangular. Largo 35.32-43.01  $\mu\text{m}$ , ancho 11.3-12.4  $\mu\text{m}$ ; estrias 18/10  $\mu\text{m}$  (central), 14/10  $\mu\text{m}$  (polos); partectas 6/10  $\mu\text{m}$  (16-20 partectas totales).

Distribución local: El Salto, El Meco, Micos, Puente de Dios.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966), *Europa*: (Hustedt, 1930, 1959); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

100 Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes lóticos en la cuenca baja de la huasteca potosina  
**Ecología:** presente en pozas sin comunicación, zonas de deslizamiento. Forma parte de crecimientos costrosos, mechones de zygmematales adheridos al sustrato, película. Terrazas, manantial. Epilitico, perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico; es= mesohalobio, oligohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio; ec= indiferente; hg= rio, lagos; fv= perifítico, béntico; et= mesotermal. Aguas salobres y dulces; aguas con alta conductividad, calcífilo.

***Mastogloia smithii* var. *lacustris* Grunow 1878**

(Lámina 8, fig. d, d1-2)

Sinónimos: *Mastogloia lacustris* auct.nonnul.

*M. lacustris* var. *alpina* Brun

*M. angustata* Pantocsek

Hustedt, 1930, pág.217, fig.316, 1959, pág.503, fig.928 (c), 1962, pág.503, fig. 928c; Patrick & Reimer, 1966, pág.300, Pl.20, figs.12-13; Germain, 1981. págs.124-126, Pl.46, fig.1; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984. págs.62-63, Pl.6, figs.135 a,b; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.434, fig.201:1, 6; Cuesta, 1993, pág.15; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.124.

Muestras FCME PA 2097, PA 2107, PA 3185.

Valva elíptica-alargada con extremos subcapitados; área axial rectangular; márgenes laterales del área central se extienden hasta el borde exterior de los lóculos; rafe recto; estrias punteadas, ligeramente radiales hacia el centro. Largo 35-40 µm, ancho 9-10.26 µm; estrias 17-18/10 µm (central y polos), 11/10 µm puntos; partecta 7/10 µm (totales 28, 14 en cada lado de la valva).

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993).

Distribución geográfica: *América:* USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia:* India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa:* (Hustedt, 1930, 1959; Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa:* Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

**Ecología:** presente en ambiente subaéreo, rociado por spray o salpicadura, poza estancada sobre sustrato lodoso. Forma parte de tufo corto, colonias hemisféricas. Perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico; es= beta mesohalobio, oligohalobio, halófilo; ss= oligosaprobio; hg= manantial, lago, aerófilo; et= mesotermal. Comúnmente se encuentra en lagos de agua dulce; algunas veces en manantiales; reportada ocasionalmente en aguas ligeramente salobres; aguas con alta conductividad.

*Navicula Bory de St. Vincent 1824*

Valvas lanceoladas, regulares, raramente elípticas o con márgen ondulado, el ápice es redondeado, puntiagudo o capitado. Rafe mediano, con los nódulos bien marcados, polares y centrales; valva ornamentada por estrias finamente punteadas o lineadas. Áreas centrales y axiales muy reducidas. Algunas veces ésta es doble por un área lateral lisa, al unirse da un aspecto en forma de "H". La mayoría de las veces las células tienen dos cloroplastos, raramente uno.

*Navicula capitata Ehrenberg 1838. var. hungarica (Grunow) Ross 1947*

(Lámina 8, fig. e)

Sinónimos: *Navicula hungarica* Grunow*Navicula hungarica* var. *linearis* Østrup

Patrick & Reimer, 1966, pág.537, Pl.52, fig.3; Lowe, 1974, pág.195; Maidana, 1985, pág.162, Lám.12, fig.5; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.123, fig.42:5-9; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.125.

Muestra FCME PA 3330.

Valva rómbico-lanceolada con extremos redondeados; área axial recta y angosta; área cenral pequeña; estrias radiales en el centro, convergentes en los extremos. Largo 23.5-25 µm, ancho 5-7 µm; estrias 7-8/10 µm.

Distribución local: Tanchachin.

Distribución en México: México central (Metcalfé, 1988).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1966); *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico, mesotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= alfa, beta mesosaprobio, oligosaprobio; ec= reófilo; hg= arroyos; fv= perifítico; et= mesotermal, oligotermal, euritermal. Euritópica; biotopos salobres, biotopos con alta conductividad

*Navicula capitatoradiata Germain 1981*

(Lámina 8, fig. f)

Sinónimos: *Navicula cryptocephala* var. *intermedia* Grunow in Van Heurck*Navicula salinarum* var. *intermedia* (Grunow) Cleve

Germain, 1981, pág.188, Pl.72, figs.7, 7 bis; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.105, fig.32: 12-15; Cuesta, 1993, pág.15; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.48, Pl.II, fig.20; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.125.

Muestra FCME PA 3323.

Valva lanceolada, extremos capitados; área axial y central pequeñas; rafe filiforme; estrías radiales en el centro, convergentes en los extremos. Largo 38.5-40  $\mu\text{m}$ , ancho 6-7  $\mu\text{m}$ ; estrías centro 14/10  $\mu\text{m}$ , polos 17/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Micos.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986); común en Norteamérica y Europa central.

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; en= mesotrófico; es= oligohalobio; ss= alfa y beta mesosaprobio; hg= paredones, cascadas, corrientes. Aguas salobres; aguas con baja a media conductividad.

***Navicula charlatii* Peragallo 1921**

(Lámina 8, fig. g)

Sinónimos: *Stauroneis undulata* Hilse

*Navicula mutica* var. *undulata* (Hilse) Grunow in Cleve & Grunow

Patrick & Reimer, 1975, pág.456, Pl.42, figs.6-9; Germain, 1981, pág.209, Pl.79, figs.1-4; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.157, Pl.63, figs.20-21.

Muestras FCME PA 2062, PA 2334, PA 3141, PA 3142.

Valva ampliamente lanceolada, extremos ligeramente capitados; área axial amplia; área central perpendicular a la axial, desfazamiento de estrías en esta zona; rafe filiforme; estrías radiales. Largo 28.8-30  $\mu\text{m}$ , ancho 10.35-11  $\mu\text{m}$ ; estrías 15-16/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Huichihuayan, Puente de Dios.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); *Africa*: (Schoeman, 1973); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente; es= indiferente; hg= río, aerófilo; fv= perifítico.

***Navicula cryptocephala* Kützing 1844 var. *cryptocephala***

(Lámina 8, fig. h)

Sinónimo: *Navicula exilis* Kützing

Hustedt, 1930, pág.295, fig.496; Patrick & Reimer, 1966, pág.503, Pl.48, fig.3; Lowe, 1974; Germain, 1981, pág.188, Pl.72, figs.1-5; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.106, Pl.12, fig.254; Novelo, 1985; Avila, 1989, Pág.20; Maidana, 1985, pág.163, Lám12, fig.12, Lám.33, figs.6-7; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.102, fig.31:8-14; Valadez, 1992, pág.128, Lám.22, fig.5; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.125.  
Muestras FCME PA 1930, PA 2667, PA 3188.

Valva lanceolada con fines globosos-capitados; área axial estrecha, ligeramente ancha en la región central de la valva, formando un área central transversal; estrías radiales en la mayor parte de la valva, ligeramente (paralelas) o convergentes en los extremos; estrías 15-16/10  $\mu\text{m}$ ; largo 20.42-22  $\mu\text{m}$ , ancho 5.22-6.5  $\mu\text{m}$ .

Se encuentra dentro de los intervalos registrados por Patrick & Reimer (1966), sólo presentan un intervalo mayor del número de estrías en 10  $\mu\text{m}$  (16-18); Maidana (1985) reporta 15-16/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán, Novelo, 1985; Avila, 1989); México central (Metcalfé, 1988); Morelos (Hernández-Becerril y Tapia-Peña, 1987; Valadez, 1992); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Hustedt, 1930; Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973; Archibald & Schoeman, 1987); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: presente en charco de sustrato pedregoso (cantos rodados y lodo), zona de deslizamiento. Forma parte de flóculos filamentosos. Perifítico.

pH= indiferente, alcalifilo; en= eutrófico, mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, halofilo, indiferente; ss= alfa, beta mesosaprobio; ec= indiferente; hg= lagos, ríos, arroyos, ciénegas; fv= perifítico, béntico; et= mesotermal, oligotermal, euritermal. Ampliamente distribuida en lagos, ciénegas, arroyos; desde aguas dulces hasta ligeramente salobres; aguas con corriente suave.

***Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot 1985**

(Lámina 8, fig. i)

Sinónimos: *Navicula tenella* Brébisson ex Kützing sensu Grunow  
*Navicula radiosa* var. *tenella* (Brébisson ex Kützing) Van Heurck

Patrick & Reimer, 1975; Germain, 1981; Fukushima, *et al.* 1986; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.106, fig.33: 9-11; u:13-17; Ibarra, 1992, pág.32; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.125; Toledo, s.f.c..

Muestra FCME PA 2645.

Valva lanceolada, extremos ligeramente redondeados, agudos; área axial angosta; área central pequeña; rafe filiforme; estrias radiales en el centro, ligeramente convergentes en los extremos. Largo 23-39  $\mu\text{m}$ , ancho 4.5-7  $\mu\text{m}$ ; estrias centro 12-14 /10  $\mu\text{m}$ , polos 12-15/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: El Salto, Meco.

Distribución en México: Puebla, (Tehuacán: Ibarra, 1992); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Cuba (Toledo, s.f.c.); USA (Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: entre una nata de color café dorado adherida a las paredes de poza, con ligera corriente. Perifítico.

pH= indiferente, alcalifilo; en= eutrófico, oligotrófico; es= oligohalobio; ss= alfa y beta mesosaprobio; hg= río, estanque; fv= perifítico, epifito. Poblaciones moderadas en ríos y estanques; aguas con alta conductividad.

***Navicula cuspidata* (Kützing) Kützing 1844 var. *cuspidata***

(Lámina 8, fig. j)

Sinónimos: *Bacillaria fulva* Nitzsche

*Frustulia cuspidata* Kützing*Navicula cuspidata* var. *ambigua* (Ehrenberg ?) Cleve*Navicula helvetica* Brun

Hustedt, 1930, pág.268, fig.433; Patrick & Reimer, 1966, pág.464, Pl.43, figs.9-10; Lowe, 1974, pág.204; Germain, 1981, pág.167, Pl.63, figs.1-4; De Wolf, 1982; Ortega, 1984. Pág.116; Sarode & Karnat, 1984, pág.107 Pl.12, fig.258; Maidana, 1985, pág. 152, Lám.11, figs.1-2a-b; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.126, fig.43:1-8; Valdez, 1992, pág.128, Lám.22, fig.6; Cuesta, 1993, pág.75, Lám.V, fig.31; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.125.

Muestras FCME PA 2646, PA 2649, PA 3180.

Valva lanceolada con extremos ligeramente atenuados; área axial lineal; área central ligeramente ensanchada; rafe lineal; estrias finamente punteadas, formándose líneas transversales y longitudinales; estrias transversales ligeramente radiales en la región central. Largo 70.83-72  $\mu\text{m}$ , ancho 18-19.35  $\mu\text{m}$ ; estrias 15/10  $\mu\text{m}$  (central), 21-22/10  $\mu\text{m}$  (polos).

Distribución local: El Salto, El Meco, Micos.

Distribución en México: Jalisco, Chapala, Río Grande; Michoacan, Cerro San Andres (Ortega, 1984); México central (Metcalfé, 1988); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: Alemania (Hustedt, 1930); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *África*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: presente en zona de deslizamiento de entrada de agua entre pozas vecinas. Forma parte de tufos, mechones de filamentos, películas. Perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico, mesotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= alfa, beta mesosaprobio; ec= indiferente, reófilo; hg= arroyos, lagos, pozas, litorales, aerófilo; fv= perifítico, epipélico, epifito, béntico; et= mesotermal. Tolerante a gradientes amplios de condiciones en aguas dulces; aguas salobres (poco); aguas semiduras (214.8 ppm de  $\text{CaCO}_3$ ).

***Navicula goeppertiana* (Bleisch) H.L. Smith 1874-1879**

(Lámina 8, fig. k)

Sinónimos: *Navicula terminata* Hustedt

*Navicula mutica* var. *tropica* Hustedt

Maidana, 1985, pág.174, Lám.13, fig.5a-b; Cuesta, 1993, pág.15; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.49, Pl.II, fig.23a-b; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.125.

Muestras FCME PA 2062, PA 2334, PA 3141, PA 3142.

Valva lanceolada, ancha, extremos redondeados; área axial lineal, angosta; área central transversal; rafe filiforme; estrias pequeñas en la región central, punteadas, radiales. Largo 28.8-30  $\mu\text{m}$ , ancho 10.35-11  $\mu\text{m}$ ; 15-16/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Huichihuayan.

Distribución en México: Lagos y sedimentos lacustres de la región central de México (Metcalfé 1985, 1988); San Luis Potosí (Huasteca potosina: Carmona, 1990); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico; es= oligohalobio; ss= polisaprobio, alfa mesosaprobio; hg= arroyos, corrientes, lago, manantial. Aguas con baja conductividad.

***Navicula pseudotuscula* Hustedt 1943**

(Lámina 8, fig. 1)

Sinónimos: *Navicula tuscula* sensu grunow

*Navicula laeta* A. Mayer

*Navicula arata* sensu Hustedt

De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.234, fig.82:1-4; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.125.

Muestras FCME PA 2604, PA 2667.

Valva lanceolada, extremos redondeados; área axial lineal, angosta; área central circular; rafe recto; estrías punteadas radiales, ligeramente convergentes en los extremos. Largo 34-36 µm, ancho 11-12 µm; estrías punteadas 15/10 µm.

Distribución local: El Salto, Nacimiento El Salto.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *Europa*: (Krammer & Lange-Bertalot, 1986); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994).

Ecología: perifítico entre mechones de filamentos en un rápido.

pH= alcalifilo, alcalibiontico; en= eutrófico, mesotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobio; fv= béntico; et= mesotermal. Aguas con alta conductividad.

***Navicula radiosa* Kützing 1844 var. *radiosa***

(Lámina 8, fig. m)

Sinónimos: *Pinnularia radiosa* (Kützing) Rabenhorst

*Navicula radiosa* var. *acuta* (W. Smith) Grunow

Hustedt, 1930, pág.299, fig.513; Patrick & Reimer, 1966, pág.509, Pl.48, fig.15; Lowe, 1974, pág.229; Germain, 1981, pág.182, Pl.70, figs.1-5; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág. 119; Sarode & Kamat, 1984, pág.120, Pl.14, fig.303; Maidana, 1985, pág.165, Lám.12, fig.4; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.99, fig.29:1-4; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.51, Pl.II, fig.29; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.125.

Muestras FCME PA 2107, PA 2543, PA 2593, PA 2604, PA 2606, PA 2607, PA 2645, PA 2646, PA 2649, PA 2651, PA 2652, PA 2667, PA 2683, PA 2689, PA 2691, PA 2698, PA 3180, PA 3185, PA 3188, PA 3305, PA 3307, PA 3330, PA 3341, PA 3344.

Valva lineal-lanceolada, ápices agudos redondeados; área axial estrecha; estrias gruesas, radiales al centro de la valva, convergentes hacia los extremos. Largo (42.4) 63.75-70  $\mu\text{m}$ , ancho (10) 11.25-12  $\mu\text{m}$ ; estrias 9-12/10  $\mu\text{m}$  (central), 11/10  $\mu\text{m}$  (polos).

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Tanchachín, Puente de Dios, Gallinas, Vinasco, Huestetita

Distribución en México: Michoacán (Pátzcuaro: Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); Michoacán (Ortega, 1984); Estado de México (Texcoco: Bradbury, 1971); México central (Metcalf, 1985, 1988); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Córdoba: Martínez de Fabriciis, *et al.*, 1988; Martínez de Fabriciis y Corigliano, 1989); Brasil (Contín y de Oliveira, 1993); USA (Tiffany & Britton, 1952; Whitford, 1956; Whitford & Schumacher, 1963; Patrick & Reimer, 1966; Whitford & Kim, 1971; Gale, Gurzynski & Lowe, 1979; Czarniecki, 1979); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: central (Hustedt, 1930; Skuja, 1949; Germain, 1981); Polonia (Sieminska, 1964); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); España (Murcia, Albacete, Jaén: Aboal y Llimona, 1984a, 1984b; Aboal, 1989b, 1989c); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973; Archibald & Schoeman, 1987); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: ampliamente distribuida en el sistema hidrológico El Salto. En poza sin corriente, zonas de deslizamiento, rápido, manantial. Forma parte de crecimientos hemisféricos sobre sustrato lodoso, mechones de filamentos, tapete, tufo, película. Perifítico.

pH= indiferente, alcalifilo, alcalibiontico; en= eutrófico, mesotrófico; es= mesohalobio, oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobio, saprofóbico, beta mesosaprobio; ec= indiferente; hg= río, arroyos, lago, poza, lagos alpinos, manantial, paredones, aerófilo; fv= euplanctónico, perifítico, epilítico, béntico; et= euritermal, oligoterma, mesoterma. Aguas dulces neutras, soportando cierto contenido de sales; aguas no contaminadas; aguas con alta conductividad; indiferente al calcio.

***Navicula rutneri* var. *chilensis* Krasske**

(Lámina 8, fig. n)

Schmidt, *et al.*, 1874, 401, 30-38, 49-52.

Muestra FCME PA 3323.

Valvas con pseudoseptos en los ápices; área axial lineal, estrecha; área central transversal; rafe recto; estrias ligeramente radiales en el centro. Largo 17-19  $\mu\text{m}$ , ancho 4-5.5  $\mu\text{m}$ ; estrias 19/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *América*: Schmidt, *et al.*, 1874.

Ecología: perifítico.

Sin datos.

***Navicula schroeterii* Meister 1932 var. *schroeterii***

(Lámina 8, fig. o)

Sinónimos: *Navicula simulata* Manguin

*Navicula symmetrica* Patrick

*Navicula schroeterii* var. *escambia* Patrick

Germain, 1981, pág.195, Pl.74, figs.1-6; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.115, fig. 38: 1-4; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.51, Pl.III, fig.31; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.125. Muestras FCME PA 2595, PA 2667, PA 2683, PA 3344.

Valva lanceolada, extremos redondeados; área axial lineal; área central orbicular; estrias punteadas, radiales. Largo 42-45 µm, ancho 6-8 µm; estrias 12/10 µm.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, Micos, Puente de Dios.

Distribución en México: lagos de la región central de México (Metcalfe, 1985); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: entre crecimiento de filamentos de zygmematales, en poza iluminada, cercana a la superficie; manantial, terrazas. Perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico; es= beta mesohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio; hg= río, corrientes, cascadas, lagos. Aguas con media conductividad; aguas ligeramente salinas de Europa central.

***Navicula subtilissima* Cleve 1891**

(Lámina 8, fig. p)

Sinónimo: *Navicula subtilissima* var. *micropunctata* Germain

Patrick & Reimer, 1966, pág.483, Pl.46, fig.4; Germain, 1981, pág.233, Pl.85, fig.48, Pl.169, figs.1-5; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.182, fig.79: 22-26; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.125.

Muestra FCME PA 2645.

Valva lineal-lanceolada, extremos rostrados; área axial lineal estrecha; área central orbicular; rafe lineal; estrias radiales en el centro, ligeramente convergentes en los extremos. Largo 16.5-17.5  $\mu\text{m}$ , ancho 4-6  $\mu\text{m}$ .

Ligeramente más pequeña que la reportada por Krammer & Lange-Bertalot (1986) (largo 18-36  $\mu\text{m}$ , ancho 3.5-6  $\mu\text{m}$ ).

Distribución local: Meco.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= acidobiontico, acidófilo; en= oligotrófico; es= halofobo; ss= oligosaprobio; ec= limnofilo; hg= turberas acidas; fv= béntico; et= mesotermal. Aguas con alta conductividad.

***Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg 1838 var. *rostellata* (Kützing) Cleve 1895**

(Lámina 8, fig. q)

Sinónimos: *Navicula rostellata* Kützing

*Navicula rhynchocephala* var. *rostellata* (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow

Patrick & Reimer, 1975, pág.507, Pl.48, fig.12; Germain, 1981, pág.178, Pl.67, figs.1-2; Sarode & Kamat, 1984, pág.127, Pl.14, fig.329; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.115, fig.37:5-9; Carmona, 1990, pág.69, fig.58; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.125.  
Muestra FCME PA 2342.

Valva lineal o lineal lanceolada subrostrado en los extremos; área axial estrecha; área central redonda; estrias radiales en los centro, ligeramente convergentes hacia los polos, lineales. Largo 39-42.75  $\mu\text{m}$ , ancho 8-9.2  $\mu\text{m}$ ; estrias 10/10  $\mu\text{m}$  (central).

Distribución local: Huichihuayan.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1985); San Luis Potosí (huasteca potosina; Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: zona de rocas emergentes al margen del río, perifítico en otras algas.

pH= alcalifilo; en= eutrófico; es= oligohalobio; ss= alfa y beta mesosaprobio; fv= perifítico, epilítico, epipélico.

*Neidium* Pfitzer 1871

Valvas con contorno elíptico o lanceolado con polos redondeados, raramente capitados. En la región central de la mayoría de las especies, las dos ramas del rafe terminan en ganchos opuestos, se observan dentro del nódulo. Conopeum paralelo al margen. Frecuentemente el rafe es bifurcado con extremos polares. La superficie de la valva esta ornamentada con estrias punteadas o lineadas (guiones); dichas estrias se cruzan hacia el margen por las líneas longitudinales paralelas a los bordes de la frustula. Área axial estrecha, área central frecuentemente pequeña, redondeada o cuadrangular, raramente ensanchada en stauros. Estrias perpendiculares al rafe, raramente oblicuas. Dentro de este último caso, el área central o el stauros son también oblicuos. Plasto lobulado con un pirenoide.

*Neidium affine* (Ehrenberg) Pfitzer var. *amphirhynchus* (Ehrenberg) Cleve 1894

(Lámina 9, fig. a)

Sinónimos: *Navicula amphirhynchus* Ehrenberg

*Neidium amphirhynchus* (Ehrenberg) Pfitzer

*Neidium iridis* var. *amphirhynchus* (Ehrenberg) A. Mayer

Patrick & Reimer, 1966, pág.391, Pl.35, fig.3; Germain, 1981, pág.150-152, Pl.58, figs.4,9,10,10 bis, 11,12; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.123, Lám.31, fig.10; Sarode & Kamat, 1984, pág.253; Maidana, 1985, pág.181, Lám.14, fig.1; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.280, fig.103a:4, 5; 106: 8-10.

Muestra FCME PA 3341.

Valva lineal elíptica, conopeum paralelo al margen; área axial lineal, discordancia de Voigt's evidente, área central rectangular; extremos proximales del rafe opuestos. Largo 34-36.26 µm, ancho 8-9.8 µm; relación área axil/área central 3.1; estrias muy finas, paralelas 24/10 µm.

Para Krammer & Lange Bertalot (1986) es sinonimia de *Neidium affine* (Ehrenberg) Pfitzer.

Distribución local: Río Gallinas.

Distribución en México: Hidalgo (Atotonilco El Grande, Mineral del Monte, Zimapan, río Moctezuma: Ortega, 1984).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: (Germain, 1981); *Africa*: (Schoeman, 1973; Archibald & Schoeman, 1987); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifila, indiferente; es= oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobio; ec= limnifilo; hg= lagos, ríos, arroyos, corrientes, manantiales, turberas acidas; fv= béntico; et= mesotermal. Aguas con alta conductividad. Euritópica; formas litorales de lagos; entre musgos.

*Pinnularia* Ehrenberg 1843

Células solitarias o raramente en colonias en cinta, contorno elíptico alargado o lanceolado. Polos redondeados o capitados, márgenes laterales convexos, ondulados o rectos y paralelos. Rafe mediano y presenta algunas veces una estructura compleja, que da un aspecto de un ser un poco sinuoso. Superficie de la valva con área axial frecuentemente extendida. El resto de la superficie valvar está ornamentada por fuertes costillas, lisas, radiales.

*Pinnularia interrupta* W. Smith 1853

(Lámina 9, fig. b)

Sinónimos: *Pinnularia mesolepta* (Ehrenbergh) W. Smith*Pinnularia biceps* Gregory*Pinnularia bicapitata* (Lagerstedt) Cleve

Patrick & Reimer, 1966, pág.599, Pl.55, figs.14-15; Germain, 1981, pág.245, Pl.89, figs.1-6; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.144, Pl.16, fig.377; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.424, fig.190: 1-11; Valadez, 1992, pág.132, Lám.23, fig.6; Cuesta, 1993, pág.80, Lám.VI, fig.40; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126.  
Muestras FCME PA 1916, PA 1930, PA 2595, PA 2604, PA 2607, PA 2646, PA 2651, PA 2652, PA 2683, PA 3180, PA 3330, PA 3348.

Valva lineal con márgenes no profundos, ápices ligeramente capitados; área axial estrecha hacia los ápices, ancha en el área central, forma una banda transversal, con desfazamiento de estrias en la región central; nódulos terminales distintivos; estrias radiales hacia la porción media de la valva, convergentes hacia los ápices. Largo 48-64  $\mu\text{m}$ , ancho 10-12.8  $\mu\text{m}$ ; estrias 11-14/10  $\mu\text{m}$  (central), 12-13/10  $\mu\text{m}$  (polos).

Patrick & Reimer (1966) y Germain (1981), la consideran sinonimia de *Pinnularia biceps* Gregory.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Micos, Tanchachin, Puente de Dios, Nacimiento Coy.

Distribución en México: México central (Mendoza-González, 1985); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Archibald & Schoeman, 1987); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: presente en charco, rápido, río. Forma parte de crecimientos filamentosos sobre lodo, flóculos flotantes, tufo, película. Perifítico.

pH= acidófilo, indiferente; en= eutrófico, mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente, halofobo; ss= saprofóbico, oligosaprobio, mesosaprobio, saprógeno; ec= indiferente; hg= río, manantial termal, manantial, lago, laguna; fv= ticoplanctónico, epifito, béntico; et= mesotermal. En aguas con bajos contenidos de minerales; principalmente manantiales; aguas semiduras.

***Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg 1843**

(Lámina 9, fig. c)

Sinónimos: *Bacillaria viridis* Nitzsch*Navicula viridis* (Nitzsch) Ehrenberg

Patrick & Reimer, 1966, pág.639, Pl.64, fig.5; Lowe, 1974, pág.284; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.128, Lám.32, fig.6; Sarode & Kamat, 1984, pág.158, Pl.19, fig.422; Germain, 1981, pág.260, Pl.95, figs.1-6, Pl.96, figs.1-9; Maidana, 1985, pág.201, Lám.16, fig.1; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.428, fig.194:1-4, 195:1-6, 2:4-6; Cuesta, 1993, pág.81, Lám.VI, fig.41; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.

Muestras FCME PA 1916, PA 2543, PA 2604, PA 3323, PA 3341.

Valva lineal hinchada en el centro, redondeada en los extremos; área axial distinguible 1:4, 1:5 el ancho de la valva; rafe filiforme con fisuras terminales distinguibles; estrias radiales en el centro, convergentes en los polos. Largo 80-182.4 µm, ancho 18.4-26 µm; estrias 7/10 µm.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Meco, Micos, Puente de Dios, Gallinas.

Distribución en México: Estado de México, Hidalgo (Ehrenberg, 1869); Acámbaro, río Lerma, Atotonilco el Grande Hidalgo, Huasca, San Miguel Regla, Mineral del Monte, Zimapán, río Moctezuma, Zinapécuaro (Ortega, 1984); México central (Metcalfe, 1988); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Córdoba: Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989); USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); España (Aboal y Llimona, 1984a); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *África*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: manantial, río. Perifítico en zonas de velocidad de corriente lenta e intensidad luminosa alta.

pH= indiferente, alcalifilo; en= eutrófico, mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente, eurihalobio; ss= mesosaprobio, alfa, beta mesosaprobio, oligosaprobio, saproxeno; ec= indiferente; hg= poza, ríos, manantial, aerófilo; fv= perifítico; et= euritermal, mesotermal. Aguas con alto contenido mineral; sedimentos de ríos, corrientes; indiferente al calcio.

***Stauroneis* Ehrenberg 1843**

Células naviculoides, solitarias o en colonias en cinta; algunas veces con una pequeña unión o tabique, reducida en los extremos polares del frústulo. Nódulo central ensanchado transversalmente al eje del rafe, alcanza los bordes de la valva, que están así repartidos en dos partes por un stauros. En vista valvar el stauros, desprovisto de ornamentación, aparenta una zona espesa. Superficie valvar con finas estrias punteadas, algunas veces con puntos irregularmente ordenados. Rafe simple, como el de las *Navicula*'s. Área axial ligeramente ancha, seguido el rafe y dibuja por su

encuentro con el stauros, una cruz que parte la valva en 4 partes iguales. Un plasto por valva, con dos o cuatro pirenoides.

***Stauroneis phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg 1843**

(Lámina 9, fig. d)

Sinónimos: *Bacillaria phoenicenteron* Nitzsche

*Stauroneis baileyi* Ehrenberg

*S. pteroidea* Ehrenberg

*S. lanceolata* Kützing

*S. phoenicenteron* var. *lanceolata* (Kützing) Brun

*S. phoenicenteron* var. *genuina* Cleve

*S. phoenicenteron* var. *baileyi* (Ehrenberg) Cleve

Hustedt, 1930, pág.255, fig.404, 1959, pág.766-777, fig.1118 (a); Patrick & Reimer, 1966, pág.359, Pl.29, figs.1-2; Lowe, 1974, pág.292; Germain, 1981, pág. 156, Pl.59, fig.1-6; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.130; Sarode & Kamat, 1984, pág.93, Pl.10, fig.223; Maidana, 1985, pág.205, Lám.17, figs.1-4; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, pág.239, fig.6:7-8, 8:3, 15:2, 18:6, 84:1-3, 85:1-6; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.

Muestras FCME PA 2651, PA 2652, PA 3180.

Valva lanceolada con extremos atenuados ligeramente, área axial lineal; stauros lineal; rafe estrechándose hacia los extremos y el centro; estrias radiales a todo lo largo de la valva (punteadas). Largo 85-96.71 µm, ancho 19.52-21.66 µm; estrias 12-14/10 µm.

Distribución local: El Salto, El Meco.

Distribución en México: Estado de México (Ehrenberg, 1869); Hidalgo (Ortega, 1984); México central (Metcalf, 1988).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); USA (Patrick & Reimer, 1966); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Alemania: Hustedt, 1930, 1959); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1986).

Ecología: presente en zona de deslizamiento entre pozas, poza, plataforma con corriente fuerte. Forma parte de película, mechones de filamentos. Perifítico.

pH= indiferente; en= eutrófico, mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio; ec= indiferente; hg= río, arroyo; fv= perifítico, béntico; et= euritermal, mesotermal. Amplio rango de tolerancia ecológica; común en ríos y arroyos; forma litoral; indiferente al calcio.

## Familia Epithemiaceae Grunow 1860

*Epithemia* De Brébisson 1838

Vista valvar células recurbadas con polos redondeados o capitados, margen dorsal convexo y ventral cóncavo (raramente recto). Canal rafidiano con dos ramas recurbadas que forman un ángulo más o menos abierto, frecuentemente obtuso. Superficie valvar recorrida por costillas transversales fuertes, perpendiculares la margen dorsal convexo; entre costillas se observan estrias finas y delgadas, con areolación visible que forma un cuadrículado irregular. Vista cingular rectangular. Células solitarias, epifitos sobre algas, se fijan por el lado cóncavo. Un sólo plasto por célula.

*Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson 1838

(Lámina 9, fig. e)

Sinónimos: *Frustulia adnata* Kützing*Navicula zebra* Ehrenberg*Eunotia zebra* (Ehrenberg) Ehrenberg*Epithemia zebra* (Ehrenberg) Kützing*Cystopleura zebra* (Ehrenberg) Kuntze

Patrick & Reimer, 1975, pág.179, Pl.24, figs.3-4; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.152, fig.107:1-11, 108:1-3; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestra FCME PA 3166.

Valva arqueada con el margen dorsal convexo, ventral cóncavo, extremos redondeados; nódulo central cercano al margen dorsal; costillas gruesas. Largo 39-42.4 µm, ancho 7.5-9.8 µm; densidad de costillas 3-4/10 µm; costillas 10-12/10 µm separando 2-3 hileras de alveolos.

Distribución local: Nacimiento del Choy.

Distribución en México: Michoacán (Pátzcuaro: Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956; Quintana, 1961); Estado de México (Texcoco: Bradbury, 1971; Mendoza-González, 1985); Hidalgo (Ortega, 1984); México central (Metcalfe, 1985, 1988); Oaxaca (Tavera y González-González, 1990); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Córdoba, Buenos Aires: Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988; Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989; Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); Perú (Lima: Acleto, 1966); USA (Whitford, 1956; Whitford & Kim, 1971; Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: occidental (Germain, 1981); España (Aboal y Llimona, 1984a; presa La Minilla: Casco & Toja, 1991); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico. Dentro de una caverna en zona de cantos rodados.

pH= alcalifilo, alcalibiontico; en= eutrófico, mesotrófico; es=oligohalobio; ss= mesosaprobio, beta mesosaprobio, saproxeno; ec= indiferente; hg= río, lago, manantial, aerofilo,

lagos alpinos, paredon: fv= perifítico, epifito, euplanctónico, ticoplanctónico; et= eutermal, mesotermal, euritermal. Conductividad 400-20,000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.57 mg/lit. Adherida a varios sustratos litorales; aguas con alta conductividad; poco en aguas salobres.

***Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing 1844**

(Lámina 9, fig. e')

Sinónimos: *Eunotia ocellata* Ehrenberg

*Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing

*Eunotia argus* Ehrenberg

*Epithemia longicornis* (Ehrenberg) W. Smith

*Epithemia intermedia* Hilse

*Epithemia peisonis* Pantocsek

Patrick & Reimer, 1975, pág.175, Pl.23, fig.1; Germain, 1981, pág.318, Pl.117, figs.1-6; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.132, Lám.34, fig.1; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.147, figs.102:1-9, 103:1-5; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.  
Muestra FCME PA 3344.

Valva con margen ventral cóncavo y dorsal convexo; márgenes no diferenciados del cuerpo de la valva, redondeados. Rafe a lo largo de toda la superficie valvar, poro central a la mitad de la valva. Largo 44 $\mu\text{m}$ , ancho 15  $\mu\text{m}$ ; costillas 3-4/10  $\mu\text{m}$ ; estrias o areolas 3 entre costillas.

Distribución local: Puente de Dios.

Distribución en México: Hidalgo (Atotonilco el Grande, Mineral del Monte: Ortega, 1984); San André Cleve & Möller 97, In: Krammer & Lange-Bertalot, 1988); México central (Metcalfé, 1988).

Distribución geográfica: *América*: Cuba (localidad tipo: Patrick & Reimer, 1975); USA (Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; en= mesotrófico; es= oligohalobio; ss= oligosaprobio, hg= ríos cercanos al mar, corrientes, lagos, pozas; fv= epifito. Aguas con alta conductividad. Litoral; aguas con moderada hasta ligeramente alta concentración de  $\text{CaCO}_3$ ; arena fina; tierra de mamilarias; entre musgos.

***Rhopalodia* O. Müller 1897**

Células en vista valvar muy estrechas, en vista conectiva es 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 recurvada con un margen convexo y el otro cóncavo. El costado convexo es frecuentemente escotado en su centro, éste es recorrido por el canal rafidiano, está localizado dentro de una cresta saliente. La valva está ornamentada por costillas perpendiculares al borde convexo, entre estas se observa como en

*Epithemia*, las estrías más finas con una redcilla cuadriculada de areólas muy delicadas. Con un plasto único en forma de lámina por célula.

***Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller 1895 var. *gibba***

(Lámina 9, fig. f)

Sinónimos: *Navicula gibba* Ehrenberg

*Epithemia gibba* (Ehrenberg) Kützing

*Cystopleura gibba* (Ehrenberg) De Toni

Lowe, 1974, pág.289; Patrick & Reimer, 1975, pág.189-190, Pl.28, fig.1; Germain, 1981, pág.320, Pl.119, fig.1; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.203, Pl.24, fig.554; Ortega, 1984, pág.135; Avila, 1985, 1989, pág.20; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.159, fig.110:1, 111:1-13; 111a:1-7; Carmona, 1990, pág.71, fig.60; Tavera y González-González, 1990; Valadez, 1992, pág.136, Lám.24, fig.3; Cuesta, 1993, pág.89, Lám.VII, fig.52; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.60, Pl.III, fig.56 (a-b); Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.  
Muestras FCME PA 980, PA 1930, PA 2105, PA 2107, PA 2556, PA 2652, PA 2667, PA 3180, PA 3307.

Frústulo lineal con la valva ligeramente curvada en la región ventral, presenta un vértice hacia el centro, en la región media; ápices ligeramente curvados; rafe sin nodulos visibles, con curvaturas en la mitad debidas a la forma de la valva. Largo (38.1) 122.5-127.25 µm, ancho 23.75-25 µm; ancho de la valva 10.88-12 µm; costillas 6-8/10 µm con 2-3 alvéolos, dos hileras de alvéolos entre las costillas; hileras de alvéolos 6-7/10 µm; estrías 11-16/10 µm.

Distribución local: El Salto, El Meco, Puente de Dios, Huestetita.

Distribución en México: Michoacán (Pátzcuaro: Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); Tlaxcala (Quintana, 1961); Estado de México (Texcoco: Bradbury, 1971); Coahuila, Michoacán (Ortega, 1984); sedimentos lacustres del cuaternario en Michoacán (Reyes, 1990); Puebla (Tehuacán: Avila, 1985, 1989; Tavera y González-González, 1990; Cuesta, 1993; Tavera, Elster & Marvan, 1994); Morelos (Valadez, 1992); México central (Kusel-Fetzmann, 1973; Mendoza-González, 1985; Metcalfe, 1988); San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993; Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Córdoba, Buenos Aires: Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988; Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989; Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); Cuba (Toledo, s.f.c); Perú (Lima: Acleto, 1966); USA (Whitford & Kim, 1971; Czamecki, 1979; Patrick & Reimer, 1975). *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: central (Skuja, 1949); occidental (Germain, 1981); Polonia (Sieminska, 1964); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); España (Murcia, Albacete: Aboal y Llimona, 1984a, 1984b; Aboal, 1986, 1988, 1989b, 1989c; Presa La Minilla: Casco & Toja, 1991); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *África*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: presente en pozas estancadas, charcos, zonas de deslizamiento con velocidad de corriente lenta. Forma parte de crecimientos costrosos adheridos al sustrato, masas de filamentos, película. Perifítico.

pH= alcalifilo, alcalibiontico; en= eutrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= mesosaprobico, alfa, beta mesosaprobio, oligosaprobio; ec= reófilo, indiferente; hg= río, manantial, lago, rambla, sedimentos fósiles, paredon, corrientes, presa, aerófilo, poza, cenote de agua termal; fv= perifítico, epifito, epipélico, ticoplanctónico; et= mesotermal, eutermal. Conductividad 400-20,000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.83 mg/lit. Reportada como frecuentemente epifito, y en aguas de moderada hasta ligeramente alta conductividad; ríos, corrientes, presas, sedimentos de manantiales, entre musgos, corrientes suaves; zonas litorales; principalmente presente en manantiales.

***Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* (Kützing) H. & M. Peragallo 1897-1908**

(Lámina 9, fig. g)

Sinónimos: *Epithemia ventricosa* Kützing

*E. gibba* var. *ventricosa* (Kützing) Grunow in Van Heurck

*Cystopleura ventricosa* (Kützing) Kuntze

*Rhopalodia ventricosa* (Kützing) O. Müller

Patrick & Reimer, 1975, pág.190, Pl.28, figs.3-4; Germain, 1981, pág.320, Pl.119, figs.2-5; Sarode & Kamat, 1984, pág.203, Pl.24, fig.555; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.159, fig.110:1, 111:1-13; 111a:1-7; Avila, 1989, pág.20; Valadez, 1992, pág.136, Lám.24, fig.4. Muestras FCME PA 984, PA 2652.

Frústulo en vista conectiva de forma lanceolada a elíptica; valva ligeramente curvada hacia la mitad o centro de la célula, con un vértice hacia el centro en la región media; ápices ligeramente curvados; rafe tendido en el margen dorsal de la valva. Largo 63-65.07  $\mu\text{m}$ , ancho 15-19.17  $\mu\text{m}$ ; ancho de la valva 10.35  $\mu\text{m}$ ; costillas 8/10  $\mu\text{m}$ , y entre éstas 16/10  $\mu\text{m}$  estrias finas, 2 entre cada par de costillas.

El ancho de la valva es ligeramente más grande que el reportado por Patrick & Reimer (7-10  $\mu\text{m}$ ). Para Krammer & Lange-Bertalot (1988) es sinonimia de *Rhopalodia gibba* var. *gibba*.

Distribución local: El Salto, El Meco.

Distribución en México: México central (Metcalfé, 1988); Puebla (Tehuacán: Avila, 1989); Morelos (Valadez, 1992).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Alemania: Germain, 1981); *África*: (Schoeman, 1973); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: presente en canal de corriente, poza. Forma parte de mechones de filamentos, película. Perifítico.

fv= epifito. Frecuentemente epifito; aguas desde moderada hasta alta conductividad.

## Familia Nitzschiaceae Grunow 1860

*Denticula Kützing 1844*

Frústulo en vista cingular de forma lineal o rectangular. Rafe excéntrico, a veces un poco lateral. Valva con costillas perpendiculares al rafe; entre estas costillas espaciadas se encuentran las estrias más finas; vista conectiva rectangular, hace aparecer las cinturas secundarias más o menos numerosas y dos uniones paralelas a las valvas. Células solitarias, en colonias, en cintas cortas, o reunidas en masas gelatinosas.

*Denticula elegans Kützing 1844*

(Lámina 9, fig. h)

Sinónimo: *Denticula ocellata* W. Smith

Lowe, 1974, pág.114; Patrick & Reimer, 1975, Pl.22, figs.1-2; Ortega, 1984, pág.132, Lám.33, figs.8-9; Germain, 1981, pág. 314, Pl.116, figs.1-5; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.141, fig.94:1, 2: 96: 10-33; 97: 1-5; Valadez, 1992, pág.135, Lám.24, fig.2; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestra FCME PA 3185.

Valva lanceolada, ápices agudos redondeados, rectangular en vista cingular; canal rafidiano lateral; costillas perpendiculares al rafe. Largo 16-18.5 µm, ancho 4-4.5 µm; fibulas 50/100 µm.

Valadez (1992) la reporta como *Denticula elegans* f. *valida*.

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: Michoacán (Zinapécuaro: Ortega, 1984); Jalisco (Chapala: Ortega, 1984); México central (Metcalf, 1988); Morelos (Valadez, 1992); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: USA (Lowe, 1974; Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; es= oligohalobio; hg= manantial, ríos, lago; et= mesotermal. Manantiales. Aguas cálidas, con alta conductividad.

*Denticula kuetzingii Grunow 1862*

(Lámina 9, fig. i)

Sinónimos: *Denticula obtusa* W. Smith*Denticula inflata* W. Smith*Denticula decipiens* Arnott*Nitzschia denticula* Grunow in Cleve & Grunow

Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.143, fig.94:3-4, 99:11-23, 100:1-14, 18-22; Ibarra, 1992, pág.23; Cuesta, 1993, pág.88, Lám.VII, fig.51; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.59, Pl.III, fig.53a-b; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.  
Muestras FCME PA 3185, PA 3188.

Valva lineal lanceolada, ápices redondeados, ligeramente rectangular en vista cingular; canal rafidiano lateral excéntrico; costillas perpendiculares al rafe, estrias punteadas entre estas. Largo 17-19  $\mu\text{m}$ , ancho 8.9-9.4  $\mu\text{m}$ , ancho de la valva 3.5  $\mu\text{m}$ ; estrias 17/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: El Salto.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992; Cuesta, 1993); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; en= mesotrófico; es= oligohalobio, ss= beta mesosaprobio; hg= paredon, cascadas; fv= perifítico, epifito. Aguas con media a alta conductividad.

#### ***Denticula tenuis* Kützing 1844**

(Lámina 9, fig. j)

Sinónimos: *Denticula frigida* Kützing

*Denticula crassula* Naegeli ex Kützing

Patrick & Reimer, 1975, pág.172, Pl.22, figs.12-13; Germain, 1981, pág.314, Pl.116, figs.6-7; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.139, fig.95:4-25, fig.100:15-17; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.  
Muestras FCME PA 2062, PA-2063, PA 3344.

Valva estrechamente lanceolada con ápices agudos; muy estrecha en vista conectiva; canal rafidiano distinguible; estrias finamente punteadas. Largo 15-17  $\mu\text{m}$ , ancho 3.8-4.5  $\mu\text{m}$ ; estrias 14-18/10  $\mu\text{m}$ ; costillas 5-7/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Puente de Dios, Huichihuayan.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Córdoba: Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988); USA (Patrick & Reimer, 1975); *Europa*: Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: manantial, perifítico de otras algas en zona de cantos rodados.

pH= alcalifilo, alcalibiontico; en= mesotrófico; es= halofobo; ss= oligosaprobio; ec= reófilo; hg= río; fv= béntico; et= mesotermal. Corrientes de aguas frías; aguas calcáreas; aguas con alta conductividad; formas litorales.

***Denticula valida* (Pedicino) Grunow in Van Heurck 1881**

(Lámina 9, fig. k)

Sinónimos: *Denticula elegans* var. *valida* Pedicino

*Denticula* (*elegans* var.) *kittoniana* Grunow in Van Heurck

Patrick & Reimer, 1975, pág.171, Pl.22, figs.4-5; Navarro, 1988; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.142, fig.97:9-17, 98:1-7; Tavera y González-González, 1990.

Muestras FCME PA 2593, PA 2645, PA 3185, PA 3188.

Valva lineal, estrecha en los ápices redondeados; costillas capitadas en vista conectiva, 4/10  $\mu\text{m}$ , entre estas, presenta estrias finamente punteadas. Largo 15.39-16.8  $\mu\text{m}$ , ancho 4.68-5.9  $\mu\text{m}$ ; estrias 14-20/10  $\mu\text{m}$ .

Patrick & Reimer (1975), la consideran sinonimia de *Denticula elegans* f. *valida*

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco.

Distribución en México: Michoacán y Jalisco (Ortega, 19849; cuenca del Papaloapan (Navarro, 1988; Tavera y González-González, 1990); Morelos (Valadéz, 1992).

Distribución geográfica: *América*: USA (Patrick & Reimer, 1975); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: presente en poza, zona de deslizamiento, rápido. Forma parte de filamentos adheridos al sustrato, natas filamentosas de Zygnematales flotantes. Perifítico.

ec= reófilo; hg= río, manantial termal; et= mesotermal, eutermal. Se reporta para manantiales termales y aguas tibias. Material fósil en Atacama, Chile.

***Nitzschia* Hassall 1845**

Células solitarias o en colonias. Forma de las valvas muy variable, lineales, elípticas, rectas o sigmoides; constreñidas o hinchadas en la parte media, con los polos redondeados o capitados, algunas veces muy alargados. Canal rafidiano profundo dentro de una carena saliente, algunas veces central pero frecuentemente lateral o marginal. Puntos carinales visibles, algunas veces alargados. Poro central corresponde al nódulo medio, está presente o ausente. Valva ornamentada en los lados, estrias transversales lisas o punteadas.

***Nitzschia amphibia* Grunow 1862**

(Lámina 10, fig. a)

Hustedt, 1930, pág.414, fig.793; Lowe, 1974, pág.247; Germain, 1981, pág.358, Pl.135, figs.32-37; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.137; Sarode & Kamat, 1984, pág.213, Pl.25, fig.577; Novelo,

1985; Maidana, 1985, pág.219, Lám.18, fig.9; Avila, 1985, 1989; Navarro, 1988; Ibarra, 1992, pág.37; Valadez, 1992, pág.139, Lám.24, fig.6; Cuesta, 1993, pág.91, Lám.VII, fig.54; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.57, Pl.III, fig.50 (a-b); Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.108, fig.78: 13-26; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126.  
Muestras FCME PA 980, PA 2651, PA 2652, PA 2683, PA 2689, PA 2691, PA 3185, PA 3188, PA 3323.

Valva lanceolada con extremos agudos; carina marginal; estrias con poroides visibles. Largo 18-30.5  $\mu\text{m}$ , ancho 4-7  $\mu\text{m}$ ; costillas fuertemente punteadas, 13-14/10  $\mu\text{m}$  con fibulas 7-9/10  $\mu\text{m}$ ; estrias 19/10  $\mu\text{m}$ .

Ligeramente más ancha (4-5  $\mu\text{m}$ ) que la reportada por Germain (1981).

Distribución local: El Salto, El Meco, Micos.

Distribución en México: Michoacán (Pátzcuaro: Hutchinson, Patrick & Devey, 1956); sedimentos terciarios del lago de Texcoco (Bradbury, 1970, 1971); Estado de México (Ortega, 1984); lagos y sedimentos lacustres para la región central de México (Metcalf 1985, 1988); cuenca del Papaloapan, Puebla y Oaxaca (Avila, 1985, 1989; Novelo, 1985; Navarro, 1988; Ibarra, 1992; Cuesta, 1993; Tavera, Elster & Marvan, 1994); Morelos (Valadez, 1992); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); *Europa*: occidental (Hustedt, 1930; Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: presente en poza estancada, poza con flujo suave, rápidos. Forma parte de crecimientos costrosos, película, mechones filamentosos de zygnetatales. Epilitico, perifítico.

pH= alcalifilo, alcalibiontico; en= eutrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= saprobico, alfa mesosaprobio; cc= indiferente; hg= arroyos, parcdoncs, cascadas, corrientes, lagos, manantiales, pozas, aerófilo; fv= perifítico, epifito; et= mesotermal, oligotermal, euritermal. Común sobre macrofitas dentro de estanques y cuerpos de agua permanentes. Agua no contaminada; aguas con alta conductividad. Presente en un amplio intervalo de condiciones ambientales, especialmente en zonas donde varía el nivel del agua; aguas muy duras (más de 537 ppm de  $\text{CaCO}_3$ ).

***Nitzschia angustata* (W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow 1880**

(Lámina 10, fig. b)

Sinónimo: *Tryblionella angustata* W. Smith

Lowe, 1974, pág.248; Germain, 1981, pág.336, Pl.127, fig.10; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág. 48, fig.36: 1-5; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126.  
Muestra FCME PA 3323.

Valva lanceolada, extremos agudos; carina marginal; estrias gruesas paralelas. Largo 39-46  $\mu\text{m}$ , ancho 4-6  $\mu\text{m}$ ; estrias 15/10  $\mu\text{m}$ , con ondulación longitudinal.

Distribución local: Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente, alcalifilo; en= eutrófico, mesotrófico, distrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= oligosaprobio, beta mesosaprobio, saproxeno; ec= limnófilo; hg= ríos; fv= béntico; et= mesotermal. Poco común en los estanques de la región (Germain, 1981); euritópica; aguas con alta conductividad.

#### *Nitzschia clausii* Hantzsch 1860

(Lámina 10, fig. c)

Sinónimos: *Nitzschia sigma* var. *curvula* (Ehrenberg) Brun

*Nitzschia sigma* var. *clausii* (Hantzsch) Grunow

Lowe, 1974, pág.252; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.215, Pl.25, fig.583; Germain, 1981, pág.368, Pl.139, figs.7-9; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág. 31, fig.19: 1-6a; Valadez, 1992, pág.140, Lám.24, fig.7; Cuesta, 1993, pág. 92, Lám.VII, fig.56; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126.

Muestra FCME PA 3348.

Valva lanceolada sigmoide, extremos ligeramente rostrado capitados; carina visible; estrias muy finas. Largo 42-45.18  $\mu\text{m}$ , ancho 5.46-6.6  $\mu\text{m}$ ; fíbulas 10/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Puente de Dios.

Distribución en México: México central (Metcalfe, 1988); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: río Tamasopo. Perifítico.

pH= indiferente, alcalifilo; en= eutrófico; es= mesohalobio, oligohalobio, indiferente; ss= saproxeno, alfa mesosaprobio; ec= indiferente, reófilo; hg= ríos; fv= perifítico, epilítico, béntico. Por su presencia junto con *Navicula goppertiana* y *Nitzschia intermedia*, se consideran como indicadoras

de contaminación (Germain, 1981); aguas con alta conductividad; aguas duras (322.2 ppm de  $\text{CaCO}_3$ ); aguas con altas concentraciones de oxígeno disuelto.

***Nitzschia dissipata* (Kützting) Grunow 1862 var. *dissipata***  
(Lámina 10, fig. d)

Sinónimos: *Synedra dissipata* Kützting  
*Nitzschia minutissima* W. Smith

Lowe, 1974, pág.256; Germain, 1981, pág.344, Pl.130, figs.1-10; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.19, fig.11: 1-7; Cuesta, 1993, pág. 92, Lám.VIII, fig.57; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126.  
Muestra FCME PA 3323.

Valva lanceolada, extremos ligeramente rostrados; estrías muy finas, difícil de distinguir con microscopía de luz. Largo 40-43  $\mu\text{m}$ , ancho 4-6  $\mu\text{m}$ ; costillas 6-8/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Micos.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1988); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo, alcalibiontico; en= eutrófico, mesotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio, saproxeno; ec= indiferente, reófilo, hg= lagos, pozas, estanques; fv= perifítico, epifito, epilítico, béntico; et= mesotermal, oligotermal, euntermal. Algunas veces forma tubos mucosos (Germain, 1981); aguas de media a alta conductividad.

***Nitzschia dissipata* var. *media* (Hantzsch) Grunow 1881**  
(Lámina 10, fig. e)

Sinónimos: *Nitzschia media* Hantzsch  
*Nitzschia bavarica* Husted

Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.19, fig.11: 8-14; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126.  
Muestra FCME PA 3323.

Valva lanceolada, extremos agudos ligeramente rostrados; carina marginal visible; estrías muy finas. Largo 37-39.2  $\mu\text{m}$ , ancho 4.5-6.4  $\mu\text{m}$ ; costillas 9-11/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; es= oligohalobio. Aguas de media a alta conductividad.

***Nitzschia grunowii* (Cleve) Hasle sensu Servant-Vildary 1984**

(Lámina 10, fig. f)

Servant-Vildary, 1984, pág.43, fig.2: 10-20; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.48, fig.36:6-10, fig.3:6; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126.

Muestra FCME PA 3323.

Valva lineal lanceolada, extremos agudos, ligeramente curvos; carina marginal visible; estriás gruesas, paralelas. Largo 15-17.8 µm, ancho 2.4-2.9 µm; estriás 15/10 µm.

Krammer & Lange-Bertalot (1988), Dam, Mertens & Sinkeldam (1994), la mencionan con *Nitzschia angustatula* Lange-Bertalot 1987.

Distribución local: Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico; es= mesohalobio. Aguas con alta conductividad; biotopos hipersalinos, o marinos.

***Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst 1860**

(Lámina 10, fig. g)

Sinónimos: *Nitzschia perpusilla* Rabenhorst non Grunow

*Nitzschia frustulum* var. *glucialis* Grunow in Van Heurck

*Nitzschia frustulum* f. *subserians* Grunow in Van Heurck

Germain, 1981, pág.354, Pl.134, figs.2-22, Pl.163, figs.3-5; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.101, fig.73:9-18; Tavera y González-González, 1990; Carmona, 1990, pág.74, fig.63; Ibarra, 1992, pág.38; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126.

Muestras FCME PA 2062, PA 2063, PA 2332, PA 2335, PA 2341, PA 2342, PA 2345, PA 2346, PA 2558, PA 2559, PA 2870, PA 2931, PA 2932, PA 2933, PA 3114.

Valvas lanceoladas, con bordes paralelos; estriás punteadas, que forman líneas transversales que se bifurcan regularmente cerca del rafe. Largo 7.8-20 µm, ancho 6-6.6 µm; densidad de fibulas

6-7/10  $\mu\text{m}$ ; estrias 13-14/10  $\mu\text{m}$ . Fibulas a veces bastante gruesas, las dos del centro están más distanciadas.

Distribución local: Puente de Dios, Nacimiento del Choy, Huichihuayan.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1985, 1988); Estado de México (Texcoco: Bradbury, 1971); Cuenca del Papaloapan (Tavera y González-González, 1990); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Buenos Aires: Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); USA (Starks & Shubert, 1982); *Europa*: central (Hustedt, 1930; Krammer & Lange Bertalot, 1988); Rusia (Shtina y Bolyshv, 1963); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994).

Ecología: manantial; ampliamente distribuida. Perifítico.

pH= acidófilo, indiferente, alcalifilo; en= mesotrófico; es= oligohalobio, indiferente, halofobo; ss= mesosaprobio, oligosaprobio; ec= indiferente; hg= río, aerófilo, lago alpino, paredon, suelo de zonas áridas; fv= perifítico, epifito; et= metatermal, oligotermal, mesotermal, eutermal. Conductividad 400-5000  $\mu\text{s/cm}$ . Fosfatos totales 0.02-0.57 mg/lt. Frecuentemente endolítica o debajo de las paredes de estanques con aguas neutras; aguas con alta conductividad.

#### ***Nitzschia intermedia* Hantzsch ex Cleve & Grunow 1880**

(Lámina 10, fig. h)

Germain, 1981, pág. 360, Pl.136, figs.2-11; Sarode & Kamat, 1984, pág.218, Pl.26, fig.598; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág. 87, fig.61: 1-10; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126. Muestra FCME PA 3348.

Valva lineal lanceolada, con una ligera depresión en la región media; carina marginal; estrias finas paralelas. Largo 53.12-58  $\mu\text{m}$ , ancho 5.68-7  $\mu\text{m}$ ; fibulas 9/10  $\mu\text{m}$ ; estrias 22/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Puente de Dios.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1988).

Distribución geográfica: *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: río Tamasopo. Perifítico.

pH= indiferente; en= eutrófico; es= oligohalobio; ss= beta mesosaprobio; hg= ríos; es= epilítico, euplancónico. Depósitos litorales; raramente planctónica; aguas con alta conductividad.

***Nitzschia levidensis* (W. Smith) Grunow in Van Heurck 1881 var. *salinarum* (Grunow) Krammer & Lange-Bertalot**

(Lámina 10, fig. i)

Sinónimos ver Krammer &amp; Lange-Bertalot, 1988.

Krammer &amp; Lange-Bertalot, 1988, pág. 38, fig.28: 5-10; Cuesta, 1993, pág. 14. Muestra FCME PA 2645, PA 3323.

Valva elíptica, extremos agudos, ligeramente redondeados; carina marginal; fibulas gruesas paralelas en el centro, convergentes en los extremos. Largo 23.5-30  $\mu\text{m}$ , ancho 10-11.5  $\mu\text{m}$ ; fibulas 6/10  $\mu\text{m}$ ; costillas 9-10/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Meco, Micos.

Distribución en México: Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993).

Distribución geográfica: cosmopolita (Krammer &amp; Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

ss= alfa mesosaprobio; hg= costas marinas, estuarios; fv= epipélico. Ambientes salobres; aguas con alta conductividad.

***Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith 1853**

(Lámina 10, fig. j)

Lowe, 1974, pág.265; Germain, 1981, pág.342, Pl.129, figs.1-5; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.138, Lám.35, fig.6; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág. 69-70, fig.55: 1-10; Cuesta, 1993, pág.93, Lám.VIII, fig.59; Tavera, Elster & Marvan, 1994, pág.58, Pl.III, fig.51a-b; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126. Muestra FCME PA 3344.

Valva lineal, extremos redondeados; carina marginal; fibulas separadas, gruesas y, paralelas. Largo 76- 80  $\mu\text{m}$ ; ancho 5.5-7  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Puente de Dios.

Distribución en México: Tlaxcala, Michoacán (Quintana, 1961); sedimentos lacustres del lago de Texcoco, Ciudad de México (Bradbury, 1971); Atotonilco El Grande, Puente de Dios, Zimapan, río Moctezuma, Hidalgo; Lago de Pátzcuaro, Michoacán; Laguna de San Felipe Xochiltepec, Puebla (Ortega, 1984); sedimentos lacustres del cuaternario de México central (Metcalf, 1985); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993); cuenca del Papaloapan (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Distribución geográfica: *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente, alcalifilo; en= eutrófico, mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= alfa y beta mesosaprobio, oligosaprobio; ec= reofilo, reobiontico; hg= ríos, manantiales, corrientes, lagos, lagunas, corrientes, cascadas, aerófilo (raramente); fv= perifítico, béntico, euplanctónico; et= mesotermal, oligotermal, euritermal. Ambientes calcáreos; aguas con alta conductividad; euritópica. Se ha visto una reducción morfológica en aguas frías; aguas ricas en oxígeno.

***Nitzschia palea* (Kützting) W. Smith 1856**

(Lámina 10, fig. k)

Lowe, 1974, pág.269; Germain, 1981, pág.350, Pl.132, figs.1-11; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.222, Pl.26, fig.612; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág. 85, fig.59: 1-24; 60: 1-7; Ibarra, 1992, pág.41; Cuesta, 1993, pág.94, Lám.VIII, fig.61; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126.

Muestras FCME PA 3323, PA 3344.

Valva lanceolada a lineal lanceolada. Largo 30-36.5  $\mu\text{m}$ ; ancho 3-4.5  $\mu\text{m}$ ; fibulas 12-15/10  $\mu\text{m}$ ; estrias muy finas.

Distribución local: Micos, Puente de Dios.

Distribución en México: Morelos (Hernández-Becerril y Tapia-Peña, 1987); México central (Metcalfé, 1988); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992; Cuesta, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973; Archibald & Schoeman, 1987); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente; en= eutrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= alfa mesosaprobio, mesosaprobio, polisaprobio; ec= indiferente; hg= lagos, pozas, aerófilo; fv= euplanctónico, ticoplanctónico, perifiton, epifito; et= euritermal, mesotermal. Euritópica; aguas con alta conductividad; buen indicador de contaminación; indiferente al calcio.

***Nitzschia sinuata* (Thwaites? in W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow 1880**

(Lámina 10, fig. l)

Hustedt, 1930, pág.408, fig.781; Bourrelly, 1968, pág.373, Pl.102, figs.8-9; Lowe, 1974, pág.275; Germain, 1981, pág.330, Pl.123, figs.4-6; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.52, figs.39:10-13, 40:1-8; Carmona, 1990, pág.75, fig.64; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.126.

Muestras FCME PA 980, PA 2062, PA 2063, PA 2068, PA 2342, PA 2345, PA 3141, PA 3142, PA 3185.

Valvas con bordes sinuosos de aspecto romboidal; extremos capitados o curvos; costillas dispuestas irregularmente, entre estas, estrias finamente punteadas. Largo 20.25-28  $\mu\text{m}$ , ancho 7.2-8.6  $\mu\text{m}$ ; fibulas 6/10  $\mu\text{m}$ ; estrias 18-23/10  $\mu\text{m}$ ; costillas 6/10  $\mu\text{m}$ .

El intervalo de estrias es mayor que el reportado por Germain (1981) 18-20/10 $\mu\text{m}$ .

Distribución local: El Salto, Puente de Dios, Huichihuayan.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita, 1993; Carmona, 1990, 1993).

Distribución geográfica: *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Hustedt, 1930; Germain, 1981); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Lowe, 1974; Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: presente en poza estancada, manantial. Forma parte de costras, masa de filamentos de zygmematales. Perifítico, epilítico a cantos rodados o rocas emergentes al márgen del río. Conductividad 0.03  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

pH= indiferente, acidófilo, alcalífilo; en= mesotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= alfa y beta mesosaprobio; ec= indiferente; hg= río; fv= perifítico, béntico, epilítico (rocas calcáreas); et= mesotermal. Sobre rocas calcáreas en corrientes de ríos; aguas con alta conductividad; aguas ricas en oxígeno.

Familia Surirellaceae Kützing 1844

*Campylodiscus* Ehrenberg 1840

Células circulares en vista valvar, con un canal rafidiano periférico en toda la valva. Estrias radiales en los lados son interrumpidas. Pseudorafes de las dos valvas forman entre sí un ángulo de 90°. Superficie valvar curvada en forma de "silla de montar". Cuatro a cinco especies de agua continental.

*Campylodiscus hibernicus* Ehrenberg 1845

(Lámina 10, fig. m)

Sinónimos: *Campylodiscus costatus* W. Smith

*Campylodiscus punctatus* Bleisch

*Campylodiscus noricus* var. *hibernicus* (Ehrenberg) Grunow

*Campylodiscus tenera* Mayer

Bourrelly, 1968, pág.396, Pl.113, figs.6-10; Germain, 1981, pág.394, Pl.153, figs.4-9; De Wolf, 1982; Carmona, 1990, pág.76, fig.65; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.214, figs.175:5, 179:1-4, 180:1-7, 181:1-3; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.122.

Muestras FCME PA 2062, PA 2342, PA 2345, PA 2356, PA 2357, PA 2358, PA 2535, PA 2554, PA 2556, PA 2558.

Valva senciblemente circular; costillas muy espaciadas, todas radiales hacia el centro y con puntuaciones hacia los bordes; centro ocupado por una zona irregularmente punteada; de perfil, el frústulo muestra muy bien la forma de "silla de montar" con la proyección muy notable de "alas". Diámetro de la valva 79-88.8  $\mu\text{m}$ ; fibulas 20-22/100  $\mu\text{m}$ .

Para Germain (1981) es *Campylodiscus noricus* Ehrenberg.

Distribución local: Micos, Puente de Dios, Huichihuayan.

Distribución en México: San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *Europa*: Occidental (Germain, 1981); España (Murcia, Albacete: Aboal y Llimona, 1984a, Aboal y Llimona, 1984b, Aboal, 1989c, Aboal, 1989b); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: planctónico, en velocidad de corriente lenta, intensidad luminosa de media a alta. Perifítico. T= 20-25°C, pH=7-7.2, C=300  $\mu\text{s/cm}$ .

ph= alcalibiontico; en= eutrófico; es= mesohalobio, oligohalobio, indiferente; ec= limnófilo; hg= río, poza; fv= perifítico, béntico; et= mesoterma. Presente en riveras de arroyos, béntico; pelágico; aguas con alta conductividad.

#### *Cymatopleura* W. Smith 1851

Valvas isopolares, con contorno elíptico, algunas veces estrechos en el medio; superficie ondulada transversalmente. El margen de la valva muestra el canal rafidiano circunferencial. En la mayoría de las ondulaciones, la superficie valvar esta ornamentada con estrias dispuestas de formas diversas, según la especie; el eje apical esta marcado por una zona estrecha hialina, rectilínea conocida como pseudorafe.

#### *Cymatopleura elliptica* (Brébisson) W. Smith 1851

(Lámina 10, fig. n)

Sinónimo: *Surirella elliptica* Brébisson ex specim in Kützing

Germain, 1981, pág.374, Pl.142, figs.1-4; De Wolf, 1982; Ortega, 1984, pág.140, Lám.35, fig.10; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.170, figs.119:1-4; 120:1-6; 121:1-3; 122:3; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.123.

Muestra FCME PA 3323.

Valvas elípticas con extremos redondeados, ondulaciones en la valva. Borde de la valva con canal rafidiano. Largo 97-99  $\mu\text{m}$ , ancho 51-56  $\mu\text{m}$ ; estrias 25/10  $\mu\text{m}$ ; costillas 20/10  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Micos.

Distribución en México: Saltillo, Coahuila; Acámbaro, río Lerma, Guanajuato; Atotonilco El Grande, Puente de Dios, Hidalgo (Ortega, 1984).

Distribución geográfica: *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico, mesotrófico; es= beta mesohalobio, oligohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio; hg= río, cieno; fv= euplancónico, béntico; et= mesotermal. Sedimentos de ríos, cieno; pelágico; aguas con alta conductividad.

#### *Surirella* Turpin 1828

Valvas de formas variables, con contorno elíptico, lanceoladas, lineales, algunas estrechas en la región media o torcidas en helice; hetero e isopolares. Vista cingular rectangular o cuneada. Vista valvar, se hace aparente el canal rafidiano en todo el contorno valvar. Superficie valvar con costillas radiales. Formas heteropolares en vista cingular son cuneiformes. Un plasto con dos lóbulos.

#### *Surirella acuminata* Hustedt 1922 in Schmidt *et al.* 1874

(Lámina 10, fig. o)

Hustedt 1942, pág.501, fig.606; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.173, fig.150:3.

Muestra FCME PA 2604, PA 2607, PA 2645, PA 2683, PA 2689, PA 3323.

Valva panduriforme, isopolar, extremos redondeados; área axial lineal, estrecha. Largo 145.5-155 µm, ancho 28.25-29 µm, cintura 19.66-20 µm; estrias 26/10 µm; canales alares 20/100 µm.

Distribución local: Nacimiento del Salto, Meco, Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

Formas litorales; aguas con alta conductividad.

#### *Surirella bifrons* Ehrenberg 1843

(Lámina 10, fig. p)

Sinónimos: (?) *Navicula bifrons* Ehrenberg

*Surirella biseriata* var. *minor* sensu Grunow in Van Heurck

*Surirella biseriata* var. *bifrons* (Ehrenberg) Hustedt

*Surirella bifrons* var. *punctata* Meister

*Surirella rotunda* Jurilj

Ortega, 1984, pág.142, Lám.37, fig.1; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.196, figs.145: 2-4, 146:1-4, 147:1-5, 150:4-6; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.  
Muestra FCME PA 2645, PA 2651, PA 2652, PA 2683, PA 2689, PA 2698.

Valva lanceolada, ancha, heteropolar, extremos redondeados; área axial lanceolada, ancha. Largo 70-76  $\mu\text{m}$ , ancho 29-32  $\mu\text{m}$ .

Distribución local: Meco, Micos.

Distribución en México: Saltillo, Coahuila; Acámbaro, río Lerma, Guanajuato; Atotonilco el Grande, Puente de Dios, Hidalgo (Ortega, 1984).

Distribución geográfica: *Europa*: Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo; en= eutrófico; oligotrófico; es= oligohalobio; ss= oligosaprobio; hg= río, cieno, fv= euplanctónico. Sedimentos de ríos; forma litoral; aguas con alta conductividad.

***Surirella constricta* W. Smith 1851**

(Lámina 11, fig. a)

Sinónimos: *Surirella smithii* Ralfs in Pritchard

*Navicula (?) constricta* Ehrenberg

Bourelly, 1968, pág.390, Pl.108, fig.9, Pl.109, fig.9; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.198, figs.154:1-5, 155:1; Carmona, 1990, pág.77, fig.66; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.  
Muestras FCME PA 2357, PA 2358.

Valvas isopolares, lineales, lanceoladas; costillas acentuadas que se prolongan hasta el centro formando un pseudorafe lineal; entre las costillas, una fina estríación transversal. Largo 137.5-141  $\mu\text{m}$ , ancho 12.3-13  $\mu\text{m}$ ; costillas 20/100  $\mu\text{m}$ .

Sarode & Kamat (1984) la reportan como *Surirella linearis* var. *constricta* W. Smith

Distribución local: Huichihuayan.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1985, 1988); Puebla (Tehuacán: Avila, 1989); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Córdoba: Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: central (Skuja, 1949); occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994).

Ecología: perifítico. Zona de terrazas comunicadas.

pH= indiferente; es= mesohalobio, oligohalobio; ec= reófilo; hg= río, aerófilo; fv= ticooplanctónico; et= estenotermal, oligotermal. Aguas salobres; Atlántico norte

***Surirella linearis* W. Smith 1853**

(Lámina 11, fig. b)

Sinónimos: *Surirella constricta* Schumann

*Surirella asymmetrica* Ostrup

*Surirella decipiens* Cleve-Euler

Smith, 1853, pág.31, 8/58 a.a.; Germain, 1981, pág.380, Pl.144, figs.1-14, Pl.145, figs.1-4; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.231, Pl.28, fig.647; Maidana, 1985, pág.237, Lám.20, fig.3, Lám.39, figs.4-6; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág. 198, figs.149: 1-9; 150: 1; 151:1-4; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.  
Muestras FCME PA 2645, PA 2689.

Valva lineal lanceolada, con extremos cuneados; estrías muy finas. Largo 59-63 µm, ancho 18.5-23 µm; estrías 23/10 µm, canales alares 22/100 µm.

Distribución local: Nacimiento El Salto, Meco.

Distribución en México: México central (Metcalfé, 1988).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Córdoba: Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente; en= mesotrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= mesosaprobio, beta mesosaprobio; ec= indiferente; hg= río, arroyos, turberas acidas; fv= béntico. Depósitos litorales; aguas con alta conductividad.

***Surirella linearis* W. Smith 1853 var. *helvetica* (Brun) Meister 1912**

(Lámina 11, fig. c)

Sinónimo: *Surirella helvetica* Brun

Germain, 1981, pág.380, Pl.144, figs.1-14, Pl.145, figs.1-4; De Wolf, 1982; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág. 199, fig.151:2-4; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.  
Muestras FCME PA 2689, PA 3323.

Valva lineal lanceolada, extremos redondeados; área axial angosta; estrías finas paralelas. Largo 132-145.5 µm; ancho 19.5-23 µm; densidad de alveolos 2/10 µm.

Distribución local: Nacimiento El Salto, Micos.

Distribución en México: no reportada anteriormente.

Distribución geográfica: *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente; en= oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ec= indiferente; hg= turberas acidas; fv= béntico. Depósitos litorales.

***Surirella ovalis* Brébisson 1838**

(Lámina 11, fig. d)

Sinónimo: *Surirella ovalis* sensu Kützing

Lowe, 1974, pág.303; Germain, 1981, pág.388, Pl.151, figs.1-12; De Wolf, 1982; Ibarra, 1992, pág.24; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.178, figs.125:1-7, 126:1; Sala, 1990; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.

Muestras FCME PA 2604, PA 2649, PA 2652, PA 2667, PA 3305.

Valva oval, heteropolar, extremos redondeados. Largo 100-147 µm; ancho 21-28.5 µm; alvéolos 2/10 µm; estrias 19-20/10 µm.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Salto, El Meco, Vinasco.

Distribución en México: México central (Metcalfe, 1985, 1988); Estado de México (Texcoco: Bradbury, 1971); Oaxaca (Tavera y González-González, 1990); Puebla (Tehuacán: Avila, 1989; Ibarra, 1992).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Córdoba, Buenos Aires: Martínez de Fabricius, *et al.*, 1988; Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989; Vinocur, O' Farrell e Izaguirre, 1994); USA (Tiffany & Britton, 1952; Lowe, 1974); *Europa*: central (Hustedt, 1930); Polonia (Sieminska, 1964); occidental (Germain, 1981); Inglaterra (Holmes & Whitton, 1981); España (Albacete, Murcia, Jaen: Aboal y Llimona, 1984a, 1984b; Aboal, 1986, 1988, 1989b, 1989c); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *Africa*: (Schoeman, 1973); Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= indiferente, alcalifilo; en= eutrófico; es= eusalobio, mesohalobio, oligohalobio; ss= alfa mesosaprobio, oligosaprobio; ec= indiferente; hg= río, manantial, poza, rambla, aerófilo, sedimentos fósiles de lago; fv= ticoplanctónico, perifítico, béntico; et= mesotermal, eutermal. Conductividad 400-20,000 µs/cm. Fosfatos totales 0.02-0.83 mg/lt. Especie típicamente subaérea; aguas con alta conductividad.

***Surirella robusta* Ehrenberg 1841**

(Lámina 11, fig. e)

Sinónimos: *Surirella nobilis* W. Smith*Surirella valida* Schmidt

Bourrelly, 1968, pág.390, Pl.109, fig.4-5; Germain, 1981, pág.384, Pl.149, figs.1-3; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.233, Pl.28, fig.652; Maidana, 1985, pág.240, Lám.20, fig.7; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.201, figs.156:1-5, 157:1-4; Carmona, 1990, pág.78, fig.67; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.

Muestras FCME PA 2535, PA 2541, PA 2683.

Valva heteropolar, extremos cuneados; área axial lanceolada y finamente punteada, Largo 174-183 µm, ancho 76.95-81 µm; costillas 18-19/100 µm.

Distribución local: Nacimiento El Salto, El Meco, Micos, Puente de Dios.

Distribución en México: México central (Metcalf, 1985, 1988); San Luis Potosí (huasteca potosina: Carmona, 1993).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985; Córdoba: Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: España (Presa la Minilla: Casco & Toja, 1991); occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *África*: Este (Gasse, 1986); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico; manantial en terrazas comunicadas, con velocidad de corriente lenta.

pH= indiferente; en= eutrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= mesosaprobio, beta mesosaprobio; ec= limnófilo; hg= río, arroyos, presa; fv= euplancónico, ticoplancónico, perifítico, béntico; et= eutermal, mesotermal. Formas litorales; aguas con alta conductividad.

***Surirella tenera* Gregory 1856**

(Lámina 11, fig. f)

Sinónimos: *Surirella diaphana* Bleisch*Surirella tenera* f. *crisata* Hustedt

Germain, 1981, pág.386, Pl.148, figs.1-3; De Wolf, 1982; Sarode & Kamat, 1984, pág.234, Pl.28, fig.654; Maidana, 1985, pág.242, Lám.20, fig.9; Krammer & Lange-Bertalot, 1988, pág.203, figs.164: 1-4; 165: 1-3; Cuesta, 1993, pág.96, Lám.VIII, fig.63; Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994, pág.127.

Muestra FCME PA 3323.

Valva heteropolar, extremo redondeado y otro cuneado; área axial lineal. Largo 92-97 µm, ancho 25-28 µm; costillas 23/100 µm.

Distribución local: Micos.

Distribución en México: México central (Metcalfé, 1988); Puebla (Tehuacán: Cuesta, 1993); Guanajuato (García, 1997).

Distribución geográfica: *América*: Argentina (Misiones: Maidana, 1985); *Asia*: India (Sarode & Kamat, 1984); *Europa*: occidental (Germain, 1981); Holanda (Dam, Mertens & Sinkeldam, 1994); *África*: (Schoeman, 1973); cosmopolita (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Ecología: perifítico.

pH= alcalifilo, en= eutrófico, oligotrófico; es= oligohalobio, indiferente; ss= beta mesosaprobio; hg= arroyos; fv= euplanctónico, béntico; aguas con alta conductividad.





	Huasteca potosina													México													Mundial																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35								
<i>Navicula capitatoradata</i> Germain															1																				1	1	1	1	1				
<i>Navicula charitii</i> Pergallo															1	2																				3	1	1	1	1			
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing var. <i>cryptocephala</i>			1												1	1																				2	1	1	1	1			
<i>Navicula cryptomella</i> Lange-Bertalot			1	1											1	1																				5	1	1	1	1			
<i>Navicula cuspidata</i> (Kützing) Kützing var. <i>cuspidata</i>			1	1	1										3	1																				5	1	1	1	1			
<i>Navicula goeppertiana</i> (Beise) H.L. Smith															1	1																				3	1	1	1	1			
<i>Navicula pseudonacula</i> Husted			1	1											1	1																				0	1	1	1	1			
<i>Navicula radiosa</i> Kützing var. <i>radiosa</i>			1	1	1	1		1	1	1			1	1	2	1																				5	1	1	1	1			
<i>Navicula ruttneri</i> var. <i>ohdensis</i> Krasske															1	1																				0	1	1	1	1			
<i>Navicula schroeterii</i> Meister var. <i>schroeterii</i>			1	1	1	1									4	1																					4	1	1	1	1		
<i>Navicula subtilissima</i> Cleve					1										1	1																					1	1	1	1	1		
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg															1	1																				2	1	1	1	1			
var. <i>rostellata</i> (Kützing) Cleve															1	1																				0	1	1	1	1			
<i>Nelidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer								1							1	1																					1	1	1	1	1		
var. <i>ampirhychnus</i> (Ehrenberg) Cleve															1	1																					0	1	1	1	1		
<i>Pinnularia interrupta</i> W. Smith			1	1	1	1		1	1			1			7	1																					3	1	1	1	1		
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg			1	1	1	1		1	1						5	1																				2	1	1	1	1			
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg			1	1	1	1									2	1																					1	1	1	1	1		
<i>Epithemia subvata</i> (Kützing) Brébisson									1						1	1																				5	1	1	1	1			
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing								1							1	1																					1	1	1	1	1		
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller var. <i>gibba</i>			1	1				1						1	4	1																				7	1	1	1	1			
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i> Kützing			1	1											2	1																					2	1	1	1	1		
H. & M. Pergallo															0	0																											
<i>Denticula elegans</i> Kützing			1												1	1																					4	1	1	1	1		
<i>Denticula laetzelii</i> Grunow			1												1	1																					2	1	1	1	1		
<i>Denticula tenuis</i> Kützing															1	2																					1	1	1	1	1		
<i>Denticula valida</i> (Pedicino) Grunow in Van Heurck			1	1	1										3	1																					4	1	1	1	1		
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow			1	1	1										3	1																					6	1	1	1	1		
<i>Nitzschia angustata</i> (W. Smith) Grunow					1										1	1																						0	1	1	1	1	
in Cleve & Grunow															1	1																											
<i>Nitzschia clavii</i> Hantzsch							1								1	1																						3	1	1	1	1	
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow var. <i>dissipata</i>					1										1	1																						2	1	1	1	1	
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow					1										1	1																						0	1	1	1	1	
<i>Nitzschia grunowii</i> (Cleve) Hasle					1										1	1																						0	1	1	1	1	
<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst															1	3																						3	1	1	1	1	
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow															1	1																						0	1	1	1	1	
<i>Nitzschia levidensis</i> (W. Smith) Grunow in Van Heurck					1	1									2	1																							1	1	1	1	
var. <i>salmanum</i> (Grunow) Krummer y Lange-Bertalot															0	1																						0	1	1	1	1	
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith															1	1																						5	1	1	1	1	
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith					1	1									2	1																						3	1	1	1	1	
<i>Nitzschia striata</i> (Thwaites?) in W. Smith			1			1									1	3																						1	1	1	1	1	
Grunow in Cleve & Grunow															1	3																						0	1	1	1	1	
<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenberg					1		1								1	3																							1	1	1	1	1
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W. Smith					1	1									1	1																							2	1	1	1	1
<i>Staurrella acuminata</i> Husted in Schmidt <i>et al.</i>			1	1	1										3	1																						0	1	1	1	1	
<i>Staurrella bifrons</i> Ehrenberg					1	1									2	1																							2	1	1	1	1
<i>Staurrella constricta</i> W. Smith															1	1																							3	1	1	1	1
<i>Staurrella linearis</i> W. Smith			1	1											2	1																							0	1	1	1	1
<i>Staurrella linearis</i> W. Smith			1	1	1										2	1																							0	1	1	1	1
var. <i>helvetica</i> (Brua) Meister															0	1																							0	1	1	1	1
<i>Staurrella ovalis</i> Brébisson			1	1	1									1	4																								3	1	1	1	1
<i>Staurrella robusta</i> Ehrenberg			1	1	1	1									4	1																							2	1	1	1	1
<i>Staurrella tenera</i> Grunow															1	1																							2	1	1	1	1

## TOTALES POR REGION

46 59 59 58 46 50 50 11 12 12 7 7 2 22 16 20 7 39 41 42 46 23 1 1 0 0 32 9 5 9 3 96 112 34 98

## Notación: Presencia 1

HUASTECA POTOSINA: 1-Nacimiento El Salto, 2-El Salto, 3-El Moco, 4-Micoa, 5-Santa Anita, 6-Tasocháchin, 7-Puente de Dios, 8-Gallinas, 9-Nacimiento del Choy, 10-Río Claro, 11-Nacimiento del Coy, 12-Timbaque, 13-Vanasco, 14-Huastecitas y 15-Huichihuyam.

MEXICO: 1-Michoacán, 2-Hidalgo, 3-Yucatán, 4-México central, 5-San Luis Potosí, 6-Puebla, 7-Morelos, 8-Campeche, 9-Veracruz, 10-Colima, 11-Guanajuato, 12-Jalisco, 13-Oaxaca, 14-Tlaxcala.

MUNDO: 1-América, 2-Asia, 3-Europa, 4-Cosmopolita, 5-Africa

Tabla 3. Variables ambientales registradas por la literatura para las especies de estudio.

	pl				ca				ca				sa				ca				hg				fy				es													
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
<i>Cyclotella meniscus</i> Kützing	1	1	1		1	1							1	1					1				1	1	1	1	1	1	1	1					1	1						
<i>Cyclotella pseudodelicatula</i> Hustadt					1	1							1	1					1								1	1														
<i>Cyclotella quillensis</i> Bailey					1																						1															
<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grunow (in Van Heurck)	1	1	1		1	1							1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	1						
<i>Stephanodiscus</i> sp.																																										
<i>Melastira lineata</i> (Dilwyn) Agardh					1																																					
<i>Melastira unidulata</i> (Ehrenberg) Kützing																																										
<i>Actinocyclus normani</i> (Gregory ex Gréville) Hustadt					1	1							1										1				1															
<i>Pleurosigma larva</i> (Ehrenberg) Compté	1	1	1																				1	1	1	1	1	1	1	1					1	1						
<i>Terpisinoe mucosa</i> Ehrenberg																											1	1	1	1	1	1	1	1					1			
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i> (Oestrup) Hustadt					1	1	1						1																													
<i>Fragilaria capucina</i> <i>Dennaueri</i> var. <i>radialis</i> (Kützing) Lange-Bertalot					1	1	1																																			
<i>Fragilaria costrensis</i> (Ehrenberg) Grunow var. <i>costrensis</i>					1	1	1						1	1									1	1	1	1	1	1	1	1					1	1						
<i>Synedra gouldii</i> Brébisson																																										
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsche) Ehrenberg var. <i>ulna</i> <i>Synedra ulna</i> var. <i>amphihymcha</i> (Ehrenberg) Grunow	1	1	1						1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	1				
<i>Synedra ulna</i> var. <i>bieps</i> (Kützing) Kirchner in Cohn					1																																					
<i>Synedra ulna</i> var. <i>danica</i> (Kützing) Van Heurck					1																						1															
<i>Synedra ulna</i> var. <i>subaequalis</i> (Grunow) Van Heurck																																										
<i>Eurotila minor</i> (Kützing) Grunow in Van Heurck	1	1			1								1																													
<i>Eurotila praeurpta</i> var. <i>badens</i> (Ehrenberg) Grunow	1	1																									1	1														
<i>Achnanthes bisaculata</i> Grunow in Cleve & Grunow					1	1																																				
<i>Achnanthes inflata</i> (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow var. <i>inflata</i>					1								1	1									1	1	1	1									1	1	1	1				
<i>Achnanthes inflata</i> var. <i>elata</i> (Lewdiger-Furtmeyer) Hustadt																											1	1	1	1					1	1	1	1				
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing					1	1							1	1									1	1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	1				
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>pendularula</i> Mangin					1																																					
<i>Achnanthes volterrecchi</i> Hustadt																																										

Notación: pl (1)-Acidobionto; 2-Acidófilo; 3-Neutral; 4-Alcalifilo; 5-Alcalifilico; es (espectro de nutrientes: 1-Eutrófico; 2-Mesotrófico; 3-Oligotrófico; 4-Distrófico); es (espectro de salinidad: 1-Pelobalio; 2-Euhalio; 3-Mesohalio; 4-Afanesohalio; 5-Detamesohalio; 6-Oligohalio; 7-Halófilo; 8-Indiferente; 9-Halófilo; 10-Euhalio); sa (espectro de saprobies: 1-Polisaprobio; 2-Mesosaprobio; 3-Afanesosaprobio; 4-Betasosaprobio; 5-Digasaprobio; 6-Saprobio; 7-Saproxeno; 8-Saprobio); ce (espectro de corrientes: 1-Limnóbionto; 2-Limnófilo; 3-Indiferente; 4-Ricifilo; 5-Rexibionto); hg (hábitat general: 1-Marino; 2-Estuario; 3-Lago; 4-Puza; 5-Rio; 6-Manzana; y corriente; 7-Aerófilo; 8-Ontof); fi (forma de vida: 1-Epifitónico; 2-Trofantónico; 3-Perifítico; 4-Epitrófico; 5-Epitrófico; 6-Epitrófico; 7-Epitrófico; 8-Epitrófico; 9-Epitrófico; 10-Libre); et (espectro de temperatura: 1-Extremal; 2-Mesotermal; 3-Oligotermal; 4-Estotermal; 5-Mesotermal; 6-Euritermal) 1 - Presencia



	ph			en			es			ss			oc			hg			lv			et											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
<i>Cymbella tumidula</i> Grunow in A. Schmidt et al.							1	1	1				1	1	1										1	1	1						
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützinger) Cleve	1	1		1			1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diploneis marginistriata</i> Hustadi	1						1	1	1	1	1	1	1			1	1	1							1	1	1						
<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli) Cleve-Euler	1						1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diploneis ovalis</i> (Hille) Cleve	1						1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diploneis subovalis</i> Cleve	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema affine</i> Kützinger				1	1		1	1	1	1	1	1	1			1	1	1															
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1			1	1	1															
<i>Gomphonema brasiliense</i> Grunow var. <i>brasiliense</i>	1															1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema grovei</i> var. <i>lingulatum</i> (Hustadi) Lange-Bertalot				1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema grunowii</i> Patrick	1									1	1	1	1			1	1	1															
<i>Gomphonema hirticatum</i> var. <i>vibrio</i> (Ehrenberg) Cleve				1	1																												
<i>Gomphonema porvialium</i> (Kützinger) Kützinger	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema pseudogrunowii</i> Lange-Bertalot	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gyrodinium acuminatum</i> (Kützinger) Rabenhorst	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gyrodinium nodiferum</i> (Grunow) Reimer							1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gyrodinium scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gyrodinium spenceri</i> (Quelet) Griffin & Hendrey	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Mastogloia elliptica</i> (Agardh) Cleve	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Mastogloia smithii</i> var. <i>lacustris</i> Grunow	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula capitata</i> Ehrenberg var. <i>hargravesii</i> (Grunow) Ross	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula capitata</i> var. <i>hastata</i> Germain	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula charlatani</i> Peragallo	1						1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützinger var. <i>cryptocephala</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Navicula cuspidata</i> (Kützinger) Kützinger var. <i>cuspidata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Notación: pH (1- Acidobiónico, 2- Acidófilo, 3- Neutral, 4- Alcalifilo, 5- Alkalibiónico), en (espectro de nutrientes: 1- Estrófico, 2- Mesotrófico, 3- Oligotrófico, 4- Distrófico), es (espectro de salinidad: 1- Polihalobio, 2- Euhalobio, 3- Mesohalobio, 4- Alfacoshalobio, 5- Detamcoshalobio, 6- Ofiogalobio, 7- Halófilo, 8- Indiferente, 9- Halófilo, 10- Eurihalobio); ss (espectro de sprobies: 1- Polisaprobio, 2- Mesosaprobio, 3- Alfamosaprobio, 4- Betamcosaprobio, 5- Oligosaprobio, 6- Saprobio, 7- Saprobio, 8- Saprobio), et (espectro de corriente: 1- Limnóbionico, 2- Limnófilo, 3- Indiferente, 4- Rófilo, 5- Róbio, 6- Manantial y corriente: 7- Aerófilo, 8- Otrea), lv (forma de vida: 1- Epilimniónico, 2- Tioaplantónico, 3- Pefítico, 4- Epilimniónico, 5- Epilimniónico, 6- Epilimniónico, 7- Epilimniónico, 8- Epilimniónico, 9- Béntico, 10- Libre), et (espectro de temperatura: 1- Euterma, 2- Mesoterma, 3- Oligoterma, 4- Estenoterma, 5- Metaterma, 6- Euterma) 1 - Presencia

	ph				ea				sa				ec				hg				fv				et																	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
<i>Navicula goeppertiana</i> (Bleisch) H.L. Smith			1	1							1				1	1									1	1																
<i>Navicula pseudonavicula</i> Hustadt			1	1	1	1					1	1			1																						1				1	
<i>Navicula radiosa</i> Kützing var. <i>radiosa</i>			1	1	1	1					1	1	1	1	1	1									1	1	1	1	1	1							1				1	1
<i>Navicula ruteri</i> var. <i>chilensis</i> Kraussle																																										
<i>Navicula schroeterii</i> Meisner var. <i>stroeterii</i>											1	1			1										1	1	1	1	1	1												
<i>Navicula subtilissima</i> Cleve			1	1			1					1			1																						1				1	
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg var. <i>rustellata</i> (Kützing) Cleve			1	1							1				1	1													1	1	1	1	1	1								
<i>Nitzschia affine</i> (Ehrenberg) Pfister var. <i>amphirhynchus</i> (Ehrenberg) Cleve			1	1							1	1			1										1	1	1	1	1	1							1				1	
<i>Pinnularia interrupta</i> W. Smith			1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1									1	1	1	1	1	1							1				1	
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg			1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1									1	1	1	1	1	1							1				1	
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg			1	1	1	1	1	1			1	1			1										1	1	1	1	1	1							1				1	
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson			1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1									1	1	1	1	1	1							1				1	
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing			1	1							1				1										1	1	1	1	1	1							1				1	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller var. <i>gibba</i>			1	1							1	1	1	1	1	1									1	1	1	1	1	1							1				1	
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i> Kützing H. & M. Peragallo																																										
<i>Denticula elegans</i> Kützing											1														1	1	1	1	1	1											1	
<i>Denticula hantzschii</i> Grunow											1				1										1	1	1	1	1	1												
<i>Denticula tenuis</i> Kützing			1	1								1			1										1	1	1	1	1	1												
<i>Denticula valida</i> (Pedicino) Grunow in Van Heurck																									1	1	1	1	1	1												
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow			1	1							1	1			1	1									1	1	1	1	1	1							1				1	
<i>Nitzschia angustata</i> (W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow			1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1									1	1	1	1	1	1							1				1	
<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch			1	1							1	1	1	1	1	1									1	1	1	1	1	1												
<i>Nitzschia distipata</i> (Kützing) Grunow var. <i>distipata</i>			1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1									1	1	1	1	1	1							1				1	
<i>Nitzschia distipata</i> var. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow			1	1							1																															
<i>Nitzschia grunowii</i> (Cleve) Haele			1	1							1																															
<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst			1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1									1	1	1	1	1	1							1				1	
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch et Cleve & Grunow			1	1							1				1										1	1	1	1	1	1												
<i>Nitzschia levidensis</i> (W. Smith) Grunow in Van Heurck var. <i>salinarum</i> (Grunow) Krammer y Lange-Bertalot															1										1	1	1	1	1	1												

Notación: ph (1- Acidobióntico; 2- Acidófilo; 3- Neutral; 4- Alcalifilo; 5- Alcalibióntico), ea (espectro de nutrientes: 1- Eutrófico; 2- Mesotrófico; 3- Oligotrófico; 4- Distrófico), es (espectro de salinidad: 1- Polihalobio; 2- Euhalobio; 3- Mesohalobio; 4- Alfamesohalobio; 5- Betamesohalobio; 6- Oligohalobio; 7- Halófilo; 8- Indiferente; 9- Halófilo; 10- Eurihalobio), sa (espectro de saprobes: 1- Poliasprobio; 2- Mesosaprobio; 3- Alfamesosaprobio; 4- Betamesosaprobio; 5- Oligosaprobio; 6- Saprofílico; 7- Saprofeno; 8- Saprofílico), ec (espectro de corriente: 1- Limnóbiontico; 2- Limnófilo; 3- Indiferente; 4- Rófilo; 5- Reobióntico), hg (hábitat general: 1- Marino; 2- Estuario; 3- Lago; 4- Pozo; 5- Rio; 6- Manantial; 7- Arroyo; 8- Otros), fv (forma de vida: 1- Euplanctónico; 2- Tioplanctónico; 3- Planctico; 4- Epipelágico; 5- Epilítico; 6- Epideidrico; 7- Epifítico; 8- Epizóico; 9- Béntico; 10- Libre), et (espectro de temperatura: 1- Euterma; 2- Mesoterma; 3- Oligoterma; 4- Estenoterma; 5- Metaterma; 6- Euterma); 1 - Presencia

	ph				en				cs				sa				cc				hg				fv				ct												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
<i>Nitzschia loweana</i> (Agardh) W. Smith	1	1			1	1	1	1					1	1			1	1	1	1					1	1			1	1			1	1			1	1			
<i>Nitzschia palea</i> (Kützign) W. Smith	1				1	1					1	1			1	1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1			
<i>Nitzschia sinuata</i> (Thwaites?) W. Smith	1	1	1		1						1	1			1	1					1				1	1			1	1			1	1			1	1			
Grunow in Cleve & Grunow																																									
<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenberg					1	1					1	1	1											1	1																
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W. Smith					1	1	1				1	1	1			1								1	1																
<i>Sartrella acuminata</i> Hustedt in Schmidt <i>et al.</i>																																									
<i>Sartrella bifrons</i> Ehrenberg					1	1	1																		1	1															
<i>Sartrella constricta</i> W. Smith					1						1	1									1				1	1											1	1			
<i>Sartrella linearis</i> W. Smith					1		1				1	1									1				1	1															
<i>Sartrella linearis</i> W. Smith var. <i>helvetica</i> (Brun) Meitzer					1		1				1	1									1				1	1															
<i>Sartrella ovalis</i> Brébisson		1	1		1				1	1							1						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1					
<i>Sartrella robusta</i> Ehrenberg					1	1	1				1	1					1						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1					
<i>Sartrella tenera</i> Gregory					1	1	1				1	1													1	1															

TOTALES POR PARAMETRO

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

Notación: pH (1- Acidobiónico; 2- Acidófilo; 3- Neutral; 4- Alcalifilo; 5- Alcalibiónico); en (espectro de nutrientes: 1- Eutrófico; 2- Mesotrófico; 3- Oligotrófico; 4- Distrófico); es (espectro de salinidad: 1- Polihalobio; 2- Euhalobio; 3- Mesohalobio; 4- Alamosahalobio; 5- Betamesohalobio; 6- Oligohalobio; 7- Halófilo; 8- Indiferente; 9- Halofobo; 10- Eurihalobio); as (espectro de saprobies: 1- Polisaprobio; 2- Mesosaprobio; 3- Alamosaprobio; 4- Betamesosaprobio; 5- Oligosaprobio; 6- Saprobio; 7- Sapróxeno; 8- Saprobio); cc (espectro de corriente: 1- Limnóbionico; 2- Limnófilo; 3- Indiferente; 4- Reófilo; 5- Reobiónico); hg (hábitat general: 1- Marino; 2- Estuario; 3- Lago; 4- Puzo; 5- Río; 6- Manantial y corriente; 7- Aerófilo; 8- Otros); fv (forma de vida: 1- Euplanctónico; 2- Trofoplántonico; 3- Perifítico; 4- Epipélico; 5- Epilítico; 6- Epidendrico; 7- Epifloro; 8- Epizoo; 9- Dético; 10- Libre); et (espectro de temperatura: 1- Euterma; 2- Mesoterma; 3- Oligoterma; 4- Estenoterma; 5- Metaterma; 6- Euriterma) 1 - Presencia

Variables

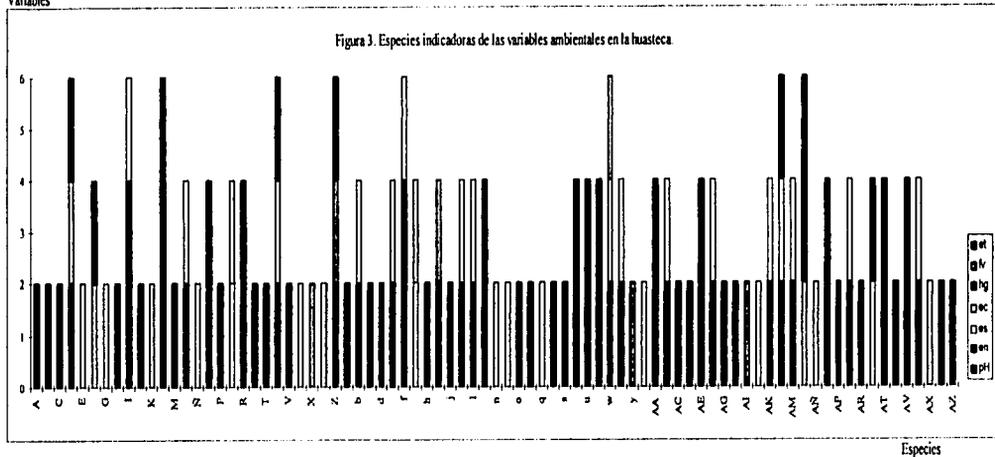


Figura 3. Especies indicadoras de las condiciones ambientales en la zona de estudio. A- *Cyclotella pseudodelticella*, B- *Melosira lineata*, C- *Melosira undulata*, D- *Actinocyclus normani*, E- *Pleurolista lacvri*, F- *Terpsinoe musica*, G- *Fragilaria capucina* var. *gracilis*, H- *F. constricta* var. *constricta*, I- *Synedra ulna* var. *hispida*, J- *Favosita minor*, K- *E. praerupta* var. *bidentis*, L- *Achnanthes bisaleutiana*, M- *A. inflata* var. *inflata*, N- *A. inflata* var. *clata*, Ñ- *A. minutissima* var. *pseudonavicula*, O- *Cocconeis pediculus*, P- *C. placentalis* var. *euglypta*, Q- *Amphipleura lindheimeri*, R- *A. pellucida* var. *pellucida*, S- *Amphora copulata*, T- *A. pediculus*, U- *Caloneis bacillium*, V- *Cymbella affinis*, W- *Cymbella formis*, X- *C. lacvri*, Y- *C. mexicana*, Z- *C. mexicana*

a- *C. microcephala*, b- *C. minuta* var. *minuta*, c- *C. muelleri*, d- *C. naviculiformis*, e- *C. prostrata*, f- *C. prostrata* var. *overswaldii*, g- *C. silicea*, h- *C. tumida*, i- *Diploneis oblongella*, j- *D. ovalis*, k- *Gomphonema affine*, l- *G. angustum*, m- *G. granoviti*, n- *G. parvulum*, ñ- *G. pseudovagare*, o- *G. truncatum*, p- *Gyrodinium acuminatum*, q- *G. nodiferum*, r- *G. scalprodes*, s- *G. spenceri*, t- *Mastogloia elliptica*, u- *M. smithii*, v- *M. smithii* var. *lacustris*, w- *Navicula capitata* var. *hungarica*, x- *N. capitatoradiata*, y- *N. charlatti*, z- *N. cryptotenella*

AA- *N. cuspidata* var. *cuspidata*, AB- *N. geyerpettana*, AC- *N. pseudonavicula*, AD- *N. schroeteri* var. *shroeteri*, AE- *N. subtilissima*, AF- *N. viridula* var. *rostellata*, AG- *Neidium affine* var. *amphithyechus*, AH- *Pinularia interrupta*, AI- *P. viridis*, AJ- *Epithemia adnata*, AK- *E. argus*, AL- *Denticula elegans*, AM- *D. laetangii*, AN- *D. tenuis*, AN- *D. valida*, AO- *Nitzschia angustata*, AP- *N. clausi*, AQ- *N. dissipata* var. *media*, AR- *N. granoviti*, AS- *N. intermedia*, AT- *N. sinuata*, AU- *Campylopusia hibernicus*, AV- *C. matopleria elliptica*, AW- *Sarrirella bifrons*, AX- *S. constricta*, AY- *S. linearis* var. *helvetica*, AZ- *S. tenera*

## DISCUSION

Para desarrollar este apartado, he decidido separar por rubros en términos de los objetivos del estudio, con el fin de que sea claro su análisis.

El presente estudio ha generado información importante para el conocimiento taxonómico de las diatomeas continentales de ambientes lóticos, particularmente ríos y manantiales; se determinaron 128 especies, incluidas en 33 géneros, de los cuales 10 especies se ubican dentro del Orden Centrales y 118 del Orden Pennales. De este total, 24 son taxa infraespecíficos, particularmente variedades, que posiblemente sean gamodemos Mann (1989) o ecotipos (Cox, 1987), y será una línea interesante de estudios posteriores.

De los resultados antes citados, se observa una dominancia de especies Pennales, que habitan principalmente en ambientes lóticos y sustratos varios, contra pocas especies Centrales de ambientes básicamente lénticos, que son especies pláncnicas que habitan en lagos, charcos, remansos entre otros, lo cuál coincide con los diferentes tipos de ambientes en la zona de estudio. Otro aporte importante, es el registro y descripción de 19 nuevas especies para el país (tabla 1), que corresponde a un 14.9% del total de especies registradas, así como la incorporación de descripciones para las 109 especies restantes, que serán un antecedente importante para futuros estudios sobre este grupo en nuestros ríos.

Del total de la flora, los géneros con mayor número de especies fueron *Cymbella* (17), *Navicula* (13), *Nitzschia* (12) y *Gomphonema* (10), estos se comportan de manera similar que en otras regiones del mundo (Europa, Asia, América, Africa) siendo los que en diversos estudios ficoflorísticos tienen más especies (Krammer & Lange-Bertalot, 1986, 1988). Los géneros con menor número de especies como *Stephanodiscus*, *Actinocyclus*, *Pleurosira*, *Terpsinoe*, *Anomoeoneis*, *Berkella*, *Capartogramma*, *Neidium*, *Stauroneis*, *Campylodiscus* y *Cymatopleura*, se relacionan con el hecho de que han sido registradas para regiones tropicales y subtropicales como el caso de *Terpsinoe musica*, contra el grueso de los estudios sobre diatomeas, que se refieren a regiones templadas; o bien para ambientes lénticos como *Actinocyclus*, *Pleurosira*, *Campylodiscus* y *Cymatopleura*, y en el presente estudio, las muestras analizadas provienen principalmente de ambientes lóticos, como manantiales y ríos.

### Distribución en la zona de estudio

En relación al número de especies en las localidades analizadas, las que presentaron los mayores valores fueron El Salto (59), Micos (58), El Meco (56), Puente de Dios (50) y Nacimiento El Salto (46), éstas por un lado han recibido mayor atención por parte nuestra en relación a su estudio (Cantoral, 1990, 1993; Carmona, 1990), y por otro son de las localidades que presentan una gran variedad de microambientes o heterogeneidad ambiental, lo que se refleja también de forma directa en el mayor número de especies, es decir, existe una mayor probabilidad de presencia de diversas especies en una área con una amplia diversidad de sustratos, iluminación y velocidad de corriente. El resto de las localidades Huichihuayan (22), Tanchachín (16), Nacimiento del Choy (12),

Gallinas (11), Nacimiento del Coy (8), Huestetita (8), Vinasco (7), Santa Anita (6), Río Claro (6) y Tambaque (2), son en general homogéneas en relación a sus condiciones ambientales, junto con el hecho de que han sido menos estudiadas, lo que se refleja en el menor número de especies presentes.

De las especies con amplia distribución en la zona de estudio, considerando a aquéllas que se encuentren presentes con un porcentaje superior al 50% de las localidades analizadas, se obtuvo: *Synedra ulna* (15), *Amphipleura pellucida* (14), *Cocconeis placentula* var. *placentula* (11), *Navicula radiosa* (9), *Fragilaria gouldardi* (8), *Amphipleura lindheimeri* (8), *Gyrosigma nodiferum* (8), *Diploneis ovalis* (7) y *Pinnularia interrupta* (7). El caso de *Synedra ulna*, *Cocconeis placentula* son consideradas especies de amplia distribución (euritópicas) a nivel mundial (cosmopolitas), y responden con su presencia a un amplio intervalo de condiciones ambientales (euritópicas), de ahí su presencia en la zona de estudio. Las especies con menor distribución (una localidad, estenotópicas) en la cuenca baja fueron 50, que corresponde a un 38.4 % del total (tabla 2). Son estas especies las que son factibles de ser empleadas como indicadoras de condiciones ambientales particulares (figura 3).

### Distribución en México

De los estados que han merecido mayor atención en relación a los estudios sobre diatomeas continentales, ya sean recientes o fósiles, sobresalen Puebla (60), San Luis Potosí (41), México central (39), Guanajuato (32), Morelos (26), Hidalgo (20) y Michoacán (16). El resto de los estados reportados presentan pocos estudios al respecto (tabla 2). El caso de Puebla, San Luis Potosí y Morelos se relaciona a los proyectos permanentes que se desarrollan en el laboratorio de Ficología sobre el estudio de algas continentales en tres cuencas hidrológicas importantes del país por su volumen de agua, que son, cuenca del Papaloapan, Balsas y Pánuco. Los estudios relacionados a la región central de México, en buena parte tienen que ver con los estudios de Ehrenberg (1869) del siglo pasado, donde describe diatomeas presentes México, y otra a los estudios sobre especies de lagos y diatomeas fósiles (Quintana, 1961; Bradbury, 1970, 1971; Metcalfe, 1985, 1988; Metcalfe y Harrison, 1984; Reyes, 1990; Hernández-Becerril y Tapia-Peña, 1987).

Las especies que han sido registradas por la literatura consultada, con una mayor distribución en los estados del país son: *Synedra ulna* (11), *Cocconeis placentula* (9), *Cyclotella meneghiniana* (8), *Gomphonema gracile* (8), *Amphora ovalis* (7), *Cymbella mexicana* (7), *Rhopalodia gibba* (7), *Terpsinoe musica* (6), *Gomphonema parvulum* (6) y *Nitzschia amphibia* (6). Excepto *Cyclotella meneghiniana*, son especies de ambientes lóticos principalmente.

### Distribución en el mundo

A nivel de regiones en el mundo, según los registros en la literatura, se ubicaron las especies en cinco grandes categorías siendo Europa (112), América (96), África (65), Asia (55) y las que han sido reportadas como cosmopolitas (90). Cabe resaltar que existe un 87.5% de similitud con las especies de Europa, 75% con las de América, 50.8% con las de África, 43% con las de Asia y 70.3% con las especies cosmopolitas, esto relacionando el número de registros para cada región en relación a 128 especies totales del presente estudio. Varias de éstas registradas para Europa, América, África

y Asia, han sido citadas a la vez para todos los continentes. No son todos los trabajos para hacer un análisis detallado de este aspecto, pero considero que es importante como un antecedente. De aquí surge un análisis interesante, donde entran en consideración las condiciones ambientales para las cuales han sido registradas las especies.

El hecho de ser especies cosmopolitas, por un lado quiere decir que se trata de especies con amplia distribución a nivel mundial (euritópicas), lo que no necesariamente quiere decir que se trate de especies que se encuentren en todas las condiciones ambientales (euritípicas), para ello el análisis de la información ambiental citada por la literatura (tabla 3) haciendo comparativo con las variables ambientales de la huasteca (cuadro 3) ha generado las siguientes cuestiones:

#### Especies indicadoras, análisis de variables ambientales

Para el espectro de pH, de 167 registros para este factor en sus diferentes categorías, 156 (93.4%) coinciden con los valores de la cuenca baja de la huasteca potosina, reportados entre un pH=7-8.

En cuanto a nutrientes, salinidad y saprobies, que son factores no evaluados en el presente estudio para las aguas de la huasteca, pero considerando que son aguas limpias y con muchos aportes de manantiales, me permití relacionarlo con los posibles valores similares en cada espectro, mostrando lo siguiente:

En relación al espectro de nutrientes (en) de 140 registros con alguna (s) de las categorías, 80 (57.1%) coinciden con el presente estudio (considerando como mesotrófico, oligotrófico); para el espectro de salinidad (es) fueron 217 registros en sus diferentes categorías, de los cuales 187 (86.2%) coinciden con las condiciones en el estudio (siendo éstas oligohalobio, halofilo, indiferente y halofobo); para el espectro de saprobies (ss) de 175 registros en sus diferentes escalas, coincidieron 97 (55.4%) con esta variable en la huasteca (siendo mesosaprobio, olisaprobio, saproxeno y saprofóbico).

Con respecto al espectro de corriente (ec) de 96 registros en sus diferentes categorías, coincidieron 79 (82.3%) con los datos registrados en este estudio (siendo indiferente, reófilo y reobiótico).

En cuanto al habitat general (hg) se obtuvieron 301 registros en sus diferentes categorías, de estos coincidieron 192 (63.8%) con la huasteca (siendo río, manantial, corrientes, otros: v. gr. arroyos).

Para forma de vida (fv) se obtuvieron 212 registros en sus diferentes categorías, de estos 185 (87.3%) coincidieron con la huasteca (esto es, ticoplanctónico, perifítico, epipélico, epilítico, epifito y béntico), y

Para temperatura (et) de 128 registros en sus diferentes categorías, 92 (71.9%) coincidieron con los valores de la huasteca (eutermal y mesothermal).

Como se muestra, en cada uno de los factores, el valor de similitud es mayor al 50%, lo que refleja de manera general, que la presencia de las especies aquí registradas es similar a otras regiones del mundo, lo cual explica no sólo la coincidencia cosmopolita (especies euróticas), sino también una expresión similar en relación a un cierto conjunto de variables ambientales a las aguas de los ríos en la huasteca potosina (especies estenotípicas).

Por ejemplo, si se analiza el caso de *Terpsinoe musica*, que es una especie abundante y presente en la mayoría de los manantiales estudiados (Nacimiento El Salto, Micos, Puente de Dios, Nacimiento del Choy y Huichihuayan), para habitat's continentales está principalmente restringida a manantiales, y en condiciones de ríos oligohalobias y oligosaprobias (Whitford, 1956; Luttenton, Pfister & Timpano, 1986; Valadez-Cruz, Carmona-Jiménez y Cantoral-Uriza, 1996). Nunca ha sido reportada para habitat's marinos, y de forma no abundante en los grandes lagos (Wujek & Welling, 1981), por lo tanto, es considerada como estenohalobia. Esto no es claro para varias especies que convergen morfológicamente en una especie, con un amplio intervalo de tolerancia. En agua dulce o continental, dentro de los estudios ficoflorísticos realizados en la huasteca potosina, se ha observado que los habitat's de expresión de ciertas especies son muy restringidos (Carmona y Montejano, 1993).

Por lo anteriormente citado, considero que el estudio de cultivos puede ser una fuente importante de información para resolver este problema. Para el resto de las especies, se requiere de estudios con enfoques ecológicos para conocer los intervalos precisos de tolerancia.

De forma particular, podemos reconocer algunas especies que son indicadoras de condiciones ambientales similares en la huasteca con respecto a la literatura considerando varias categorías, como son: pH= 7-8; nutrientes= mesotrófico, oligotrófico; salinidad= oligohalobio; saprobies= saprofóbico; corriente= reófilo; habitat general= río; forma de vida= perifítico y temperatura= mesotermal (tabla 3). Considerando la presencia de las especies en al menos siete de las ocho variables antes mencionados, tenemos a las siguientes especies:

- *Cyclotella stelligera*, *Achnanthes minutissima*, *Cocconeis placentula* var. *placentula*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Amphipleura pellucida*, *Amphora ovalis*, *Amphora pediculus*, *Cymbella cymbiformis*, *Caloneis bacillum*, *Cymbella microcephala*, *Cymbella prostrata*, *Gomphonema gracile*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula radiosa*, *Rhopalodia gibba* y *Nitzschia linearis*.

Si sólo se selecciona una categoría para las variables ambientales citadas en la literatura, coincidentes con los valores de la huasteca, se obtienen 81 especies indicadoras (estenotípicas, figura 3) que explican su presencia en términos de una respuesta a una variable o a un conjunto de variables particular, como son pH alcalifilo, nutrientes= oligotrófico, salinidad= saprofóbico, corriente= reófilo, habitat general río, forma de vida perifítico, y temperatura mesotermal, más que a una condición de cosmopolitismo. Entre estas sobresalen como una respuesta al pH *Melosira lineata*, *Fragilaria construens* var. *construens*, *Achnanthes inflata* var. *inflata*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cymbella muellerii*, *Gomphonema truncatum*, *Nitzschia grunowii*, entre otras (figura 3).

## Distribución

En relación al trabajo de Tavera, Elster & Marvan (1994), registran 56 especies de diatomeas que habitan en biotopos acuáticos y subacéreos en el estado de Oaxaca, de las cuáles, 12 son comunes con la cuenca baja de la huasteca potosina, cabe resaltar a *Cocconeis placentula* var. *placentula*, *Synedra ulna*, *Amphipleura pellucida* como especies con amplios intervalos de distribución; para *Gomphonema brasiliense*, que ha sido citada para regiones tropicales.

Para las diatomeas de Misiones en Argentina, Maidana (1985) registra 212 especies, de éstas 42 son comunes con las especies de la huasteca potosina; en relación a este estudio se puede mencionar que el trabajo de Maidana *op. cit.*, se realizó en una región neotropical y de ahí la similitud de especies. La mayoría de estas se han reportado con una distribución cosmopolita. En este caso, es importante revisar la información que nos puedan mostrar coincidencias en cuanto a datos ambientales particulares.

El trabajo de Aboal (1989) reporta en relación a las especies de diatomeas en España, un total de 43, de las cuales son en común 20 (46.5%), y es importante resaltar que se comparte el  $\text{CaCO}_3$  como el componente principal en el sustrato de las corrientes hidrológicas, los valores de pH similares (pH=7-8) así como especies de algas filamentosas como *Cladophora glomerata* (Chlorophyceae) en zonas de corriente intensa y algunas zygnetatales en corrientes más lentas.

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Uno de los aportes importantes del presente estudio, es el reporte y descripción de 128 taxa para la región de la huasteca potosina y para el país.

Las diatomeas que pueden usarse con fines prácticos como indicadores de condiciones ambientales, son relativamente fáciles de trabajar y se pueden hacer análisis cuantitativos detallados para estudios de tipo ecológico. En el presente se pudo observar cómo un porcentaje alto de especies registradas se encuentran en varias regiones del mundo, no obstante no es suficiente, es mucho más enriquecedor la adición de información ambiental para un mejor entendimiento de la expresión del grupo.

En cuanto al conocimiento de la expresión de las especies en la zona de estudio, considero que es necesario revisar material de otras localidades, e incluir análisis cuantitativos y técnicas de observación en microscopía electrónica de barrido (MEB), con el fin de obtener información de caracteres que se están evaluando actualmente a nivel mundial de las diatomeas.

Es evidente que se requiere de gran cantidad de estudios referentes a la taxonomía, ecología y biogeografía de las diatomeas continentales de México, considero que es fundamental seguir de manera ininterrumpida la continuidad de estos estudios sobre el grupo, sólo así, se podrán abordar diversos aspectos, y aquéllos con una orientación ficoflorística-taxonómica pueden ser un buen punto de partida, para cualquier otro enfoque. Este trabajo constituye una base para el desarrollo de otros estudios.

Dentro del grupo de trabajo del laboratorio de Ficología, UNAM, se tiene una estrategia teórica metodológica (González-González, 1992) y un programa general que posibilita esta labor para los estudios ficoflorísticos, que son base para otros que traten sobre aspectos taxonómicos, ecológicos y biogeográficos.

Por lo anteriormente citado, considero necesario realizar estudios detallados en nuestros ríos de la situación de las algas en general, y de las diatomeas en lo particular, con el fin de obtener resultados que nos permitan entender su presencia o su ausencia, relacionándolo en términos de las condiciones ambientales de los cuerpos de agua, como son: velocidad de corriente, iluminación, pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, dureza, concentración de sílice, nitritos, nitratos y fósforo, así como con qué otras especies algales se presentan, y poder emplearlos como indicadores ambientales.

Se menciona que el reconocimiento de los gradientes ecológicos restringidos, puede ser importante para el monitoreo de la calidad del agua, estudios paleoecológicos y cambios climáticos (Anderson *et al.*, Köppen, 1975; Hürlimann & Straub, 1991 *In*: Cox, 1995).

Para ello es necesario, un conocimiento amplio de la taxonomía de las especies de diatomeas en las diferentes corrientes de la región de estudio, por lo que considero necesario continuar estudios en las siguientes líneas:

- Para administrar la información de tipo taxonómica, de variables ambientales y distribución de las especies de diatomeas en los diferentes ríos en la huasteca potosina, considero importante el desarrollo de una base de datos que incorpore esta información, junto con imágenes de microscopía óptica y electrónica (MEB) digitalizadas de cada una de las especies aquí descritas.

- Evaluar la abundancia de las especies de diatomeas presentes en los ríos de la huasteca, que permita generar información para entender la presencia de las poblaciones y comunidades, y esto aunado al análisis de las condiciones en las cuales se expresan, funcionar como indicadores ambientales.

- Para un mejor entendimiento de la biología del grupo, es importante profundizar en el estudio de la variabilidad morfológica de algunas especies, principalmente de aquéllas que son importantes por su abundancia y amplia distribución, con ayuda de microscopía electrónica de barrido (MEB) y cultivos, desarrollando los aspectos ecofisiológicos del grupo, con el fin de explicar la variabilidad con elementos biológicos y ecológicos (Mann, 1989; Cox 1987, 1995). Schmid (1984) menciona que para tener las bases ideales de los estudios sobre autoecología de las especies, es necesario el conocimiento de la morfogénesis, puesto que se facilita la correlación de los cambios en la estructura de la valva con los cambios o inhibición de la función de organelos, y se pueden proponer los efectos de los factores ambientales en ciertos compartimentos celulares.

Hemos visto que la tendencia histórica en el estudio de las diatomeas ha sido trabajar con las características morfométricas del frústulo, y poco con los elementos orgánicos como son plastos, ciclo celular, reproducción sexual, entre otros. En la biología este debe ser nuestro principal objetivo, pues si no lo hacemos así, perdemos una cantidad de información biológica impresionante, que nos ayudaría seguramente a entender lo que son las categorías subespecíficas como variedades y formas en diatomeas, así como la incorporación de datos sobre variables ambientales en las cuáles se expresan, pues los cambios morfométricos están ligados tanto a condiciones propias de la biología de los individuos como a su respuesta del medio en el que se expresan. Sobre el cosmopolitismo en diatomeas, considero que con un mejor conocimiento de la biología de las especies, éstas reducirían seguramente sus límites de expresión, con el conocimiento del medio en el que viven.

**LITERATURA CITADA**

- Aboal, M. 1986. Flora algal de la rambla del Tinajón (río Segura), Murcia; S.E. de España. *Limnética*, 2: 103-108.
- Aboal, M. 1988. Diatomées des cours d'eau saumâtres temporaires ou permanentes du SE de l'Espagne. *Mem. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 10: 48-54.
- Aboal, M. 1989a. Flora algal del río Benamor (cuenca del Segura, SE de España). *Limnética*, 5: 1-11.
- Aboal, M. 1989b. Epilithic algal communities from river Segura Basin, Southeastern Spain. *Arch. Hydrobiol.*, 116 (1): 113-124.
- Aboal, M. 1989c. Aportaciones al conocimiento de las algas del SE de España. IV. Las diatomeas (Bacillariophyceae). *Acta Botánica Malacitana*, 14: 13-40.
- Aboal, M. y X. Llimona. 1984a. Aportación al conocimiento de la flora del río Mula, Murcia, SE de España. *Limnética*, 1: 141-147.
- Aboal, M. y X. Llimona. 1984b. Aportación al estudio algológico del sistema de sierras de Ponce y Quipar (NO de Murcia, SE de España). *Anales de Biología*, 2: 1-17.
- Aboal, M. y X. Llimona. 1989. Los poblamientos algales bentónicos del río Segura y su relación con la calidad del agua. *Candollea*, 44 (1): 199-208.
- Acleto, O. 1966. Algas de agua dulce de las cascadas de Barranco. *Publs. Mus. Hist. Nat. "Javier Prado" Serie B. Botánica*, 21: 1-65.
- Akiyama, M. 1965. Some soil algae from Japan. *Bull. Shimane Univ. Nat. Sci.*, 15: 96-117.
- Akiyama, M. 1970. Some aerial and soil algae from the Ryukyu Islands. *Mem. Fac. Educ. Shimane Univ.*, 3: 24-45.
- Archibald, R.E.M. & F.R. Schoeman. 1987. Taxonomic notes on diatoms (Bacillariophyceae) from the Great Usutu river in Swaziland. *S. Afr. J. Bot.*, 53 (1): 75-92.
- Avila, N.J. 1985. *Ficoflora manifiesta del suelo del Valle de Tehuacán, Puebla*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 147 pp.
- Avila, N.J. 1989. *Ficoflora potencial del suelo húmedo del Valle de Tehuacán, Puebla*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 93 pp.

- Battarbee, R.W. 1986. *Diatom analysis*. In: B.E. Berglund (Ed.). *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. J. Wiley, New York & London. 527-570.
- Battarbee, R.W., C.M. Keister & J. P. Bradbury. 1982. *The frustular morphology and taxonomic relationships of Cyclotella quillensis Bailey*. 173-184. In: D.G. Mann, 1984 (Ed.). *Proceedings of the seventh International Diatom Symposium*. Philadelphia, August 22-27. Koenigstein, Germany. 541 pp.
- Bock, W. 1961. Diatomeen aus zwei Waldsümpfen in der Nähe von Würzburg. *Mitteilungen*, 9: 5-16. +2 lams.
- Bold, H.C. & M.J. Wynne 1978. *Introduction to the algae*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Bicudo, C.E.M. 1973. Catálogo das algas de águas continentais do estado do Rio Grande do Sul, Brasil: I-Bacillariophyceae. *Inheringia, Ser. Bot.*, 17: 56-68.
- Bourrelly, P. 1946. Quelques algues d'eau douce des tourbières à sphaignes de la région de Laigle (Orne). *Bull. de la Soc. Bot. Fr.*, 93 (9): 338-345.
- Bourrelly, P. 1968. *Les algues d'eau douce. Initiation à la Systematique. Les algues jaunes et brunes*. T. II. N. Boubée et Cie. Paris. 517 pp.
- Bradbury, J.P. 1970. Diatoms from the pleistocene sediments of Lake Texcoco, Mexico. *Revue de Géographie physique et de géologie dynamique*, 12 (2): 161-168.
- Bradbury, J.P. 1971. Paleolimnology of lake Texcoco, Mexico. Evidence from diatoms. *Limnology and Oceanography*, 16(2): 180-200.
- Bradbury, J.P. 1979. Diatoms from the Pleistocene sediments of lake Texcoco, México. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, (2): vol XII, fasc. 2: 161-168.
- Britton, M. 1944. *A catalog of Illinois algae*. Evanston, U.S.A., Northwestern University. 175 pp.
- Cantoral U.,E. 1990. *Ficoflora de ambientes lénticos de la localidad El Salto, en la región de la huasteca potosina*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 139 pp.
- Cantoral U.,E. 1993. *Ecología de comunidades algales del sistema hidrológico El Salto, en la huasteca potosina*. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología de sistemas y recursos acuáticos). Facultad de Ciencias, UNAM. México. 97 pp.
- Cantoral-Uriza, Carmona-Jiménez y Montejano, 1995. *Diatomeas de manantiales tropicales en la región central de México*. XIII Congreso Mexicano de Botánica, Cuernavaca, Morelos. Ponencia cartel.

- Cantoral-Uriza, E.A., G. Montejano y J. González-González. 1994. *Distribución de diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes lóticos en la cuenca baja del río Pánuco, México*. VI Congreso Latinoamericano de Botánica, Mar del Plata, Argentina. Ponencia cartel.
- Cantoral-Uriza, E.A., y G. Montejano-Zurita. 1993. Las algas de la localidad El Salto (San Luis Potosí, México), un ejemplo de estudios florísticos en ambientes cambiantes". *Bol. Soc. Bot. México*, 53: 3-20.
- Cantoral-Uriza, E. y G. Montejano. 1993a. *Variación espacial de las comunidades de diatomeas (Bacillariophyceae) a lo largo del río El Salto, San Luis Potosí, México*. III Congreso latinoamericano de Ficología, 1a. Reunión Iberoamericana de Ficología y I Congreso Mexicano de Ficología, México, D.F. Ponencia cartel.
- Cantoral U., E.A., G. Montejano y J. Carmona. 1993. *Diatomeas de ambientes lóticos en la huasteca potosina, México*. XII Congreso Mexicano de Botánica, Mérida, Yucatán. Ponencia oral.
- Carmona J., J. 1990. *Ficoflora de manantiales de la huasteca potosina*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 105 pp.
- Carmona J., J. 1993. *Taxonomía del género Audouinella (Acrochaetiales: Rhodophyta) en la cuenca baja del río Pánuco, México*. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología de sistemas y recursos acuáticos). Facultad de Ciencias, UNAM. México. 90 pp.
- Carmona J., J. y G. Montejano. 1993. Caracterización ficológica en manantiales de la cuenca baja del sistema hidrológico del Pánuco, México. *Bol. Soc. Bot. México*, 53: 21-41.
- Casco, A. y J. Toja. 1991. Benthic microalgae of La Minilla Reservoir (South Western Spain). *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 24: 1386-1389.
- Castenholz, R.W. 1992. Species usage, concept, and evolution in the cyanobacteria (blue-green algae). *J. Phycol.*, 28: 737-745.
- Chang, W. 1989. *Variación de la comunidad planctónica de la presa Requena, Hidalgo*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 160 pp.
- Contín, L.F. y R.J.M. De Oliveira. 1993. Flora dos estado de Goiás e tocantins. Diatomáceas (Chrysophyta, Bacillariophyta). Editora Univerdidade Federal de Goiás. *Cryptógamos*, (2): 1-36.
- Cook, L. & S. Whipple. 1982. The distribution of edaphic diatoms along environmental gradients of a Louisiana salt marsh. *J. Phycol.*, 18 (1): 64-71.

- Cox, E.J. 1987. Studies on the diatom genus *Navicula* Bory. VI. The identity, structure and ecology of some freshwater species. *Diatom Research*, Vol. 2 (2): 159-174.
- Cox, E.J. 1995. Morphological variation in widely distributed diatom taxa: taxonomic and ecological implications. In: Marino, D. & M. Montesor (Eds.). *Proceedings of the Thirteenth International Diatom Symposium, Maratea, Italy, 1994*. International Society for Diatom Research, Bristol. 335-345.
- Cuesta, Z.I. 1993. *Ecología de la fitoflora de los manantiales de San Lorenzo, Tehuacán, Puebla*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 119 pp.
- Czamecki, D.B. 1979. Epipellic and epilithic diatom assemblages in Montezuma Well National Monument, Arizona. *J. Phycol.*, 15 (4): 346-352.
- Dam, H. van, A. Mertens & J. Sinkeldam. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28(1): 117-133.
- De Buen, F. 1944. Limnología de Pátzcuaro. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 15: 284-289.
- De Wolf, H. 1982. Method of coding of ecological data from diatoms for computer utilization. *Geological survey of the Netherlands*: 95-98.
- Egüés-Weber, G. & N. I. Maidana, 1994. New remarks on the geographical distribution and ecology of *Berkella linearis* (Bacillariophyceae). *Algological Studies*, 73: 57-64.
- Ehrenberg, C.G. 1869. *Aus mikroskopischen Bacillarien Unter und ei der Stadt Mexiko: Berlin*. Buchdruckerei der Königl Akademie der Wissenschaften. 66 pp.
- Evans, J. 1958. The survival of freshwater algae during dry periods. Part I. An investigation of the algae of five small ponds. *Jour. of Ecology*, 46: 149-167.
- Figueroa, T.G. 1984. *Estudio ecológico de la fitoflora de la presa Miguel Alemán, Oaxaca, México*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 201 pp.
- Flores-Granados, C. 1980. *Variaciones estacionales en la composición florística del fitoplancton de dos canales de Xochimilco, D.F., México*. Tesis profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. 139 pp.
- Frenguelli, J. 1942. Diatomeas del Neuquén. *Rev. Mus. La Plata (n.s.) Secc. Bot.*, 5: 73-219.
- Fukushima, H., T. Ko-Bayashi, K. Terao & S. Yoshitake. 1986. Morphological variability of *Navicula radiosa* Kütz. f. *nipponica* Sky. and var. *tenella* (Bréb.) Grun. (*Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot). *Diatom*, 2: 75-82.

- Gale, W.F., A.J. Gurzynski & R.L. Lowe. 1979. Colonization and standing crops of epilithic algae in the Susquehanna river, Pennsylvania. *J. Phycol.*, 15 (2): 117-123.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Instituto de Geografía, UNAM. 246 pp.
- García, M.J.V. 1997. *Diatomeas de una zona de jales mineros de Guanajuato*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 87 pp. 14 láminas.
- Gasse, F. 1986. *East African diatoms: Taxonomy, ecological distribution*. Bibliotheca diatomologica, band 11. J. Cramer, Berlin, Stuttgart. 201 pp. 44 plates.
- Germain, H. 1981. *Flore des diatomées. Diatomophycées*. Société Nouvelle des éditions Boubée. Paris. 444 pp.
- Gollerbach, M. & L. Krasavina. 1977. *Algae. Cumulative Index to the National Bibliography on Algae for 1737-1960 incl. In: Collectanea Bibliographica, (Vol. 9)*. Otto Koeltz (Ed.). Western Germany. 623 pp.
- González-González, J. 1987. Las algas de México. *Ciencias*, (9): 16-25.
- González-González, J. 1991. Los procesos transformados y los procesos alterados: fundamentos para una teoría procesual del conocimiento biológico. *Uroboros*, Vol.1, (2): 45-90.
- González-González, J. 1992. Flora Ficológica de México: concepciones y estrategias para la integración de una flora ficológica nacional. *Ciencias*, (6): 13-33.
- González-González, J. 1992a. *Estudio florístico ecológico de ambientes y comunidades algales del litoral rocoso del pacífico tropical mexicano*. Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM. México. 167 pp. Láminas y figuras.
- González-González, J. 1993. *Comunidades algales del pacífico tropical*. In: Salazar-Vallejo, S.I. y N.E. González (Eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO y CIQRO, México. 420-443 pp.
- Guillard, R.L.R. 1977. *The ecology of marine planktonic diatoms*. Cap. 12. In: *The biology of diatoms*. Werner, D. (Ed.). Blackwell scientific publications, Great Britain. 498 pp.
- Hernández-Becerril, D. y M.I. Tapia-Peña. 1987. Ecología del fitoplancton primaveral de superficie en el lago de Tequesquitengo, Morelos, México. *Rev. Biol. Trop.*, 35(1): 31-39.

- Heurck, H. van. 1899. *Traité des Diatomées* (Reimprimé) (pp. XX + 574 + XXXV Pl.). Bruxelles, Belgique: J.R. Hausen.
- Hoek, C. van den, D.G. Mann & H.M. Jahns. 1995. *Algae. An introduction to phycology*. Cambridge University Press. 623 pp.
- Holmes, N.T.H. & B.A. Whitton. 1981. Phytobenthos of the river Tees and its tributaries. *Freshwater Biology*, 11: 139-163.
- Hustedt, F. 1930. *Bacillariophyta (Diatomeae)* In: A. Pascher: *Die Süsswasser-Flora Mitteleuropas*. Heft 10 Von G. Fischer (Ed.). Jena. Germany. 467 pp.
- Hustedt, F. 1930a. *Die Kieselalgen Österreichs und der Schweiz Unter Berücksichtigung der Ubringen Europas souie der Angrenzenden Meeresgebiete*. In: L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 7, (1). Leipzig. Germany by Strauss & Cramer GmbH. 920 pp
- Hustedt, F. 1959. *Die Kieselalgen Deutschland, Österreichs und der Schweiz Unter Berücksichtigung der Ubringen Länder Europas souie der Angrenzenden Meeresgebiete*. In: L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 7, (2). Leipzig. Reimpresión de J.C. 1971. New-York, U.S.A.. 845 pp
- Hutchinson, G., R. Patrick & E. Deevey. 1956. Sediments of Lakes Pátzcuaro, Michoacán, México. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 67: 1491-1504. + 2 figs.
- Ibarra V., C. 1992. *Flora diatomológica de la localidad de Texcala, Tehuacán, Puebla*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 80 pp.
- INEGI. Dirección general de geografía. 1985. *Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí. México*. 186 pp. + V Apéndices + 13 Mapas.
- Johansson, C. 1982. *Attached algal vegetation in running waters of Jämtland, Sweden*. Acta Phytogeogr. Succ., 71. Uppsala. 80 pp.
- Kingston, J. C. 1978. Morphological variation of *Cymbella delicatula* and *C. hustedtii* from Northern lake Michigan. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, 97 (3): 311-319.
- Kocielek, J.P., E.C. Theriot & D.M. Williams. 1989. Inferring diatom phylogeny: a cladistic perspective. *Diatom Research*, Vol. 4 (2): 289-300.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1986. 2/1. *Bacillariophyceae*. 1. Teil: *Naviculaceae*. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. G. Fischer Verlag, Stuttgart, Germany. 206 Tafeln mit 2976 Figuren. 876 pp.

- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1988. 2/2. *Bacillariophyceae*. 2. Teil: *Bacillariaceae*, *Ephemiaeaceae*, *Surirellaceae*. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.). *Sübwasserflora von Mitteleuropa*. G. Fischer Verlag, Stuttgart, Germany. 184 Tafeln mit 1914 Figuren. 596 pp.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991a. 2/3. *Bacillariophyceae*. 3. Teil: *Centrales*, *Fragilariaceae*, *Eunotiaceae*. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.). *Sübwasserflora von Mitteleuropa*. G. Fischer Verlag, Stuttgart. 166 Tafeln mit 2180 Figuren. 576 pp.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991b. 2/4. *Bacillariophyceae*. 4. Teil: *Achnantheaceae*. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. In: Ettl, H., G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.). *Sübwasserflora von Mitteleuropa*. G. Fischer Verlag, Stuttgart. 88 Tafeln mit 2048 Figuren. 437 pp.
- Kusel-Fetzmann, E. 1973. Beiträge zur Kenntnis der Algenflora der Hochgebirge Zentralamerikas und der nördlichen Anden. *Hochgebirgsforschung*, 3: 29-68.
- Landingham, S.L., van. 1968. *Catalogue of the fossil and recent genera and species of diatoms and their synonyms*. I-VIII. J. Cramer, 4654 pp.
- Lec, K. & F.E. Round, 1988. Studies on freshwater *Amphora* species. II. *Amphora copulata* (Kütz.) Schoeman & Archibald. *Diatom Research*, Vol. 3 (2): 217-225.
- Lindau, G. 1926. *Die algen*. Berlin, Deutschland: Verlag von Julius Springer. 301 pp.
- Lobo, E. y L. Torgan. 1988. Análise da estrutura da comunidade de diatomáceas (Bacillariophyceae) em duas estações do sistema Guaíba, RS, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, 1 (2): 103-119.
- Lowe, R.L. 1974. *Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms*. National environmental research center office of research and development U.S. Environmental protection agency. Cincinnati, Ohio. USA. 334 pp.
- Loyo, E. 1966. *Sistemática y distribución de las diatomeas del plancton de la laguna de Términos, Campeche, México*. Tesis profesional, Facultad de Ciencias. UNAM. 166 pp.
- Luttenton, M.R., L.A. Pfister & P. Timpano. 1986. Morphology and growth habit of *Terpsinoe musica* Ehr. (Bacillariophyceae). *Castanea*, 51: 175-182.
- Madrid, V.J. 1990. La especie: de Ray a Darwin. *Ciencias*, (19): 3-9.

- 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. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Argentina. 276 pp. Láminas y figuras.
- Manguin, E. 1964. Contribution a la connaissance des Diatomées des Abdes du Pérou. *Mem. Mus. Nat. Hist. Nat. Ser. B. Botanique, XII(2)*: 41-98.
- Mann, D.G. 1984. *An ontogenetic approach to diatom systematics*. In: Mann, D.G. (Ed.). *Proceedings of the seventh International Diatom Symposium, 1982*. Otto Koeltz, Science Publishers, Koenigstein. 113-144.
- Mann, D.G. 1989. The species concept in diatoms: evidence for morphologically distinct, sympatric gamodemes in four epipelagic species. *Pl. Syst. Evol., 164*: 215-237.
- Mann, D.G. 1990. *Towards a revision of the raphid diatoms*. In: Simola, H. (Ed.). *Proceedings of the 10th International Diatom Symposium*. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 23-35.
- Mann, D.G. 1993. *Patterns of sexual reproduction in diatoms*. In: Dam, H. van (Ed.). *Proceedings of the twelfth International Diatom Symposium*. Kluwer Academic Publishers, Belgium. Reprinted from *Hydrobiologia, Vols. 269/270*: 11-20.
- Margalef, R. 1977. *Ecología*. Editorial Omega. Barcelona, España. 951 pp.
- Maróstica, C.V.L. 1981. Contribucao ao Estudo das diatomáceas (Bacillariophyceae, Chrysophyta) da Lagoa-Represa de Taruma, Viamao, Rio Grande do Sul, Brasil. *Inheringia, Sc. Bot., 26*: 85-144.
- Martinez de Fabricius, A.L., M.C. Fernández-Belmonte, N. Gari y M. del C. Corigliano. 1988. Análisis del componente algal en transporte en rios y arroyos del Valle de Calamuchita (Córdoba, Argentina). *Rev. UNRC, 8 (1)*: 95-110.
- Martinez de Fabricius, A.L. y M. Del C. Corigliano. 1989. Composición y distribución de comunidades algales en el rio Ctalamochita (Córdoba, Argentina). *Rev. UNRC, 9 (1)*: 5-13.
- Meave del Castillo, M.E.A. 1983. *Ficoflora de las cascadas del río Micos en la región de la huasteca potosina: un ejemplo de aproximación al estudio ficoflorístico por ambiente*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 147 pp.
- Meave del Castillo, M.E.A. 1986. *Análisis del género Cladophora: una aproximación a los estudios de flora tónica*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 327 pp.

- Meave del Castillo, M.E.A. 1990. *Distribución de las Cladophorales en la huasteca potosina*. XI Congreso Mexicano de Botánica, Oaxtepec, Mor. Cartel.
- Mendoza-González, A. 1985. Estudio florístico ficológico estacional de la Laguna de Victoria o de Santiago Tilapa, México. *Phytologia*, 58 (7): 479-487.
- Metcalf, S.E. 1985. *Late Quaternary environments of central México: A diatoms record*. Hertford College and school of Geography, Oxford, Michaelmas. PhD. 565 pp.
- Metcalf, S.E. 1988. Modern diatom assemblages in central México: the role of water chemistry and other environmental factors as indicated by TWINSPAN and DECORANA. *Freshwater Biology*, (19): 217-233.
- Metcalf, S.E. y S.P. Harrison. 1984. Cambio ambiental del cuaternario tardío en depósitos lacustres en la cuenca de Zacapu, Michoacán. Reconstrucción preliminar. *Boletín del Instituto de Geografía*, No. 14: 127-151.
- Minelli, A. 1993. *Biological systematics*. Chapman & Hall, Great Britain. 387 pp.
- Navarro, J.L.E. 1988. *Un estudio tónico de Rhoicosphenia curvata (Kützing) Grunow ex Rabenhorst var. curvata en el valle de Tehuacán, Puebla*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 96 pp.
- Novelo, M.E. 1985. *Ficoflora dinámica del suelo del valle de Tehuacán, Puebla*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 151 pp.
- Novelo, M.E. 1992. *Curso de posgrado: Taxonomía de algas*. Facultad de Ciencias, UNAM. México. Apuntes.
- Ohtsuka, H., H. Fukushima, T. Ko-Bayashi & S. Yoshitake. 1991. Morphological variability of *Cymbella microcephala* (Pennate diatom). *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 24: 2640-2643.
- Ortega, M.M. 1984. *Catálogo de algas continentales recientes de México*. UNAM. México. 566 pp.
- Orosio-Tafall, B.F. 1941. Polimorfismo y epifitismo en diatomeas planctónicas de Pátzcuaro. *Revista de la sociedad mexicana de historia natural*, Vol. II (2, 3): 137-147.
- Papavero, N., J. Llorente-Bousquets y A. Bueno-Hernández. 1994. *Principia taxonómica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica*. Vol. III. De Hsun Tzu a Kant. Servicios editoriales, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 129 pp.

- Patrick, R. & C. W. Reimer. 1966. *The Diatoms of the United States*. Vol.I. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. No. 13. Pennsylvania. 688 pp.
- Patrick, R. & 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.
- Pérez, O.T.M. 1992. *Curso de posgrado: Taxonomía*. Facultad de Ciencias, UNAM. México. Apuntes.
- Phillips, R.C. 1958. Floating communities of algae in a north Carolina pond. *Ecology*, 39 (4): 765-766.
- Puig, H. 1991. *Vegetación de la Huasteca (México). Estudio fitogeográfico y ecológico*. Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Cooperation, Instituto de Ecología, A.C., Centre d'études Mexicaines et Centraméricaines. México. 625 pp.
- Quintana, G.G. 1961. *Estudio de diatomeas fósiles de México, en el microscopio electrónico y en el espectrómetro de rayos X*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 79 pp.
- Reyes, M. 1990. *El depósito de diatomita de San Francisco Los Reyes, Michoacán*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 82 pp.
- Richardson, J.L. 1995. *Dominance of asexuality in diatom life cycles: evolutionary, ecological and taxonomical implications*. In: Marino, D. & M. Montresor (Eds.). *Proceedings of the Thirteenth International Diatom Symposium. Muratea, Italy, 1994*. International Society for Diatom Research, Bristol. 129-137.
- Ross, R., E.J. Cox, N.I. Karayeva, D.G. Mann, T.B.B. Paddock, R. Simonsen & P.A. Sims. 1979. An amended terminology for the siliceous components of the diatom cell. *Nova Hedwigia, Beih.*, 64: 513-533.
- Rott, E. & P. Pfister. 1988. Natural epilithic algal communities in fast-flowing mountain streams and river and some man-induced changes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 23: 1320-1324.
- Round, F.E. 1984. *The Ecology of algae*. 2a Ed. Cambridge University Press, Great Britain, Cambridge. 653 pp.
- Round, F.E., R. Crawford & D. Mann. 1990. *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge, G.B. Cambridge University Press. 747 pp.
- Rushforth, S.R., I. Kaczmarska y J.R. Johansen, 1984. The Subaerial Diatom Flora of Thurston Lava Tube, Hawaii. *Bacillaria*, 7: 135-157.

- Sala, S.E. 1990. Variaciones morfológicas de *Surirella ovalis* (Bacillariophyceae). *Darwiniana*, 30 (1-4): 215-218.
- Sámano-Bishop, A. 1934. Contribución al conocimiento de las algas verdes de los lagos del Valle de México. *An. Inst. Biol. UNAM*, 5: 149-177.
- Sámano-Bishop, A. 1940. Algas del Valle de México. *An. Inst. Biol. UNAM*, 11: 41-50.
- Sánchez, M.I. 1985. Bacillariophyta. *Flora planctónica de los cenotes de Yucatán*. Departamento de Acuacultura y Biología Marina. UADY-SEP. 90 pp.
- Sarode, P.T. & N.D. Kamat. 1984. *Freshwater Diatoms of Maharashtra*. Saikripa Prakashan, Aurangabad (Maharashtra). 338 pp.
- Schmid, A.M. 1984. *Organization and function of cell-structures in diatoms and their morphogenesis*. In: *Proceedings of the 8th International Diatom Symposium*. 271-292.
- Schmid, A.M. 1994. Aspectos de la morfogénesis y función de las paredes celulares de diatomeas con implicancias para la taxonomía. *Protoplasma*, 181: 43-60.
- Schmidt, A. et al. 1874. *Atlas der Diatomaceen-Kunde*. R. Reiland, Leipzig. 472 láms.
- Schoeman, F.R. 1973. *A systematical and ecological study of the diatom flora of Lesotho with special reference to the water quality*. V & R Printers, Pretoria. 355 pp. 10 plates.
- Schoeman, F.R. & R.E.M. Archibald. 1986. Observations on *Amphora* species (Bacillariophyceae) in the British Museum (Natural History). V. Some species from the subgenus *Amphora*. *S. Afr. J. Bot.*, 52 (5): 425-437.
- Schrader, H. 1974. Cenozoic marine planktonic diatom stratigraphy of the tropical Indian ocean. In: R.L. Fisher, E.T. Bunce, et al. (Eds.). *Initial Rep. Deep Sea Drilling Project, Vol. 24*: 887-967.
- SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS. 1971. Jefatura de irrigación y control de rios. Dirección de Hidrología. México. *Boletín Hidrológico, Núm. 44*: (1-03.10).
- Sheath, R.G. & K.M. Cole. 1992. Biogeography of stream macroalgae in North America. *J. Phycol.*, 28 (4): 448-460.
- Shtina, E. y N. Bolyshev. 1963. Comunidades algales en los suelos de estepas áridas y semiáridas. *Bot. Zh.*, 48 (5): 670-680.

- Sieminska J. 1964. *Flora Ślaskowa. 6: Bacillariophyceae*. Okręzeki (K. Starmach, Ed.). Warszawa: Polska Akademia Nauk. 610 pp.
- Simonsen, R. 1979. The Diatom System: Ideas on Phylogeny. *Bacillaria*, 2: 9-71.
- Skuja, H. 1949. Zur Süßwasser-Flora Burmas. *Nova Acta Reg. Soc. Scien. Upsaliensis, Ser. IV, 14 (5)*, 188 + XXXVII Tafel.
- Skuja, H. 1964. Weiteres zur Kenntnis der Süßwasser-Diatomeen der Gattung *Nothocladus*. *Revue Algologique*, 4: 304-314.
- Sládeček V. 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 7: 1-218.
- Sládeček V, M. Zelinka, J. Rothschein & V. Moravcová. 1981. *Biologický rozbor povrchové vody. Komentár, část 6: Stanovení saprobiálního indexu*. Vydavatelství. 186 pp.
- Smith, G.M. 1950. *The freshwater algae of the United States*. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York. 719 pp.
- Starks, T. & L. Shubert. 1982. Colonization and succession of algae and soil-algal interactions associated with disturbed areas. *J. Phycol.*, 18 (1): 99-107.
- Tavera, S.R. y J. González-González. 1990. Caracterización ficoflorística de los paredones de la Sierra de Juárez, Oaxaca. Importancia de las formas de crecimiento algales en la tipificación de un ambiente. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 50: 121-133.
- Tavera, S.R., J. Elster & P. Marvan. 1994. Diatoms from Papaloapan basin communities, Mexico. *Algol. Studies*, 74: 35-65.
- Tiffany, L. & M. Britton. 1952. *The algae of Illinois*. The University of Chicago Press. Chicago. 407 pp.
- Toledo, L. (s.f.c). Contribuciones a las Bacillariophyceae de Cuba: Camagüey. *Acta Bot. Cubana*.
- Valadez, C.F. 1992. *Flora ficológica de ambientes lóticos de la cuenca baja del Río Amacuzac, Morelos*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 248 pp.
- Valadez-Cruz, F., J. Carmona-Jiménez y E. Cantoral-Uriza. 1996. Algas de ambientes lóticos en el Estado de Morelos, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica*, 67(2): 227-282.
- Valencia, S. 1991. El problema de la especie. *Ciencias*, (24): 13-21.

- Vigna, M.S. y N. I. Maidana. 1992. *Glosario de términos ficológicos*. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. 69 pp.
- Vinocur, A., I. O' Farrell e I. Izaguirre. 1994. Contribution to the knowledge of the diatom flora of the Salado River Basin (Buenos Aires Province, Argentina). *Nova Hedwigia*, 58 (1-2): 153-175.
- Weber, C.I. 1971. *A guide to the common diatoms at water pollution surveillance system station*. Cincinnati, Ohio. U.S. Environmental Protection Agency. 100 pp.
- Werner, D. 1977. Introduction with a note on taxonomy. In: *The biology of Diatoms*, D. Werner (Ed.). *Bot. Monogr.*, 13, cap.1: 1-17.
- West, G. & F. Fritsch. 1927. *A treatise of the British freshwater algae*. Cambridge. 534 pp.
- Whitford, L. 1956. The communities of algae in the springs and spring streams of Florida. *Ecology*, 37 (3): 433-442.
- Whitford, L. 1958. Phytoplankton in North Carolina lakes and ponds. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 74 (2): 143-157.
- Whitford, L. 1964. The phytoplankton of an extremely oligotrophic lake. *Advancing Frontiers of Plant Sciences*, 8: 157-160.
- Whitford, L. & Y. Kim. 1971. Algae from Alpine areas in Rocky Mountain National Park, Colorado. *The American Midland Naturalist*, 85 (2): 425-430.
- Whitford, L. & G. Schumacher. 1963. Communities of algae in North Carolina streams and their seasonal relations. *Hydrobiologia*, 22 (1-2): 133-196.
- Whitford, L. & G. Schumacher. 1973. *A manual of fresh-water algae*. North Carolina: Sparks Press. 324 pp.
- Willson, D. & H. Forest. 1957. An exploratory study of soil algae. *Ecology*, 38 (2): 309-313.
- Wujek, D.E. & M.L. Welling. 1981. The occurrence of two centric diatoms new to the Great Lakes. *Journal of Great Lakes Research*, 7: 55-56.

---

**APENDICE I**

---

**Caracteres importantes para la determinación de especies en los géneros registrados****Orden Centrales****Suborden Coscinodiscineae****Familia Thalassiosiraceae***Cyclotella*

- Diámetro de la valva.
- Densidad de estrias en el margen.
- Procesos: número y posición.
- Densidad de procesos reforzados marginales (engrosados en vista interna); número de estrias entre estos.
- Presencia o no de espinas.
- Localizar el proceso labiado.
- Área central: aspecto (diferenciable o no); ondulada; procesos reforzados centrales (número y distribución).
- Tipo de estrias (uni o multiseriadas).
- Número de areolas.

*Stephanodiscus*

- Dimensiones.
- No hay cámaras marginales.
- Área central no tan diferenciada de la marginal.
- Tipo de estrias (uni o multiseriadas).
- Número de areolas.
- Procesos: número y posición.

**Familia Melosiraceae***Melosira*

- Dimensiones.
- Vista cingular (altura del manto, ancho, ornamentación o no).
- Presencia de espinas valvares.
- Forma del surco y pseudosurco.
- Zona cingular (diferencias en ancho).

**Familia Coscinodiscaceae***Actinocyclus*

- Procesos labiados marginales: número y posición.
- Foramen.
- Estrias, areolas en 10  $\mu\text{m}$ .

**Familia Biddulphioideae***Pleurosira*

- Dimensiones.
- Presencia/ausencia de espinas.
- Procesos labiados.

*Terpsinoe*

- Dimensiones.
- Contorno valvar.

**Orden Pennales****Suborden Araphidineae****Familia Diatomaceae***Fragilaria*

- Largo, ancho, densidad de estrias.
- Estrias alternas.
- Extremos diferenciales del cuerpo principal o no.
- Ancho relativo del esternón y forma (recto, lanceolado).
- Presencia o no de área central.
- Área central, unilateral o bilateral (acorten).
- Márgen dilatado en el área central; engrosamiento o no.
- Estrias fantasmas en área central.

*Synedra*

- Largo, ancho, densidad de estrias.
- Estrias opuestas.
- Extremos diferenciales del cuerpo principal o no.
- Ancho relativo del esternón y forma (recto, lanceolado).
- Presencia o no de área central.
- Área central, unilateral o bilateral.
- Márgen dilatado en el área central; engrosamiento o no.
- Estrias fantasmas en área central.

**Suborden Raphidineae****Familia Eunotiaceae***Eunotia*

- Simetría.
- Curvatura de los márgenes.
- Presencia/ausencia de espinas marginales.
- Presencia y posición de ondulaciones marginales.
- Forma y ancho relativo de los extremos.

- Posición de los nódulos polares.
- Presencia de "pseudorafe".
- Número y disposición de las estrias.

#### Familia Achnanthaceae

##### *Achnanthes*

- Largo, ancho.
- Sin rafe en uno de los lados.
- Pseudorafe = esternón.
- Valva c/s rafe. Lado 1o., sin discontinuidad de Voigt's.
- Con discontinuidad de Voigt's (lado 2o.)
- Posición y dirección del rafe (en las dos valvas).
- Presencia/ausencia de área central.
- Valva sin rafe (esternón ancho y forma).
- Tipo de areolas (número, disposición en las estrias).
- Área hialina en forma de herradura: sinus; cavum

##### *Cocconeis*

- Dimensiones.
- Estriación de las valvas.
- Presencia y posición de áreas hialinas marginales en la valva con rafe.
- Valva con rafe (presencia o no de un anillo marginal hialino).
- Características del esternón en la valva sin rafe.

#### Familia Naviculaceae

##### *Amphipleura*

- Dimensiones.
- Forma de las valvas.
- Relación largo/ancho.
- Características del esternón.

##### *Amphora*

- Dimensiones.
- Presencia/ausencia de conopeum.
- Forma general de las valvas.
- Áreas hialinas: forma y posición.
- Engrosamientos.

##### *Anomoconeis*

- Dimensiones.
- Patrón de areolación.
- Forma de las valvas (contorno).
- Forma de los ápices.
- Nódulo central.

*Berkella*

- Forma general de la valva y de los extremos.
- Distancia entre los extremos proximales del rafe.
- Forma de las helictoglossa.
- Curvatura de la costilla axial.
- Interrupción en el zona central de las costillas longitudinales.

*Caloneis*

- Dimensiones.
- Forma general de la valva.
- Forma y ancho relativo de las áreas axial y central (presencia de fascia, forma, ancho).
- Presencia de engrosamientos en el área central.
- Forma y ancho relativo del esternón.
- Tipo de rafe (filiforme, lateral o reverso-lateral o complejo).
- Aspecto de las fisuras terminales.
- Aspecto de las fisuras centrales.
- Presencia de "bandas".
- Estriación (número y disposición a lo largo de toda la valva).
- Para especies: recorrido y disposición de estrias.
- Célula grande: estrias finas.

*Capartogramma*

- Dimensiones.
- Presencia de staurus.

*Cymbella*

- Dimensiones.
- Contornos valvares (dorsiventral vs. naviculoide).
- Tipo y diferenciación de extremos.
- Tipo de rafe (filiforme, lateral o reverso-lateral o complejo).
- Dirección de curvatura de las fisuras terminales (dorsal vs. ventral).
- Presencia de área central.
- Presencia, número, forma y posición de estigmas.
- Aspecto de las fisuras centrales.
- Aspecto de las estrias (areolas lineadas, punteadas o indistinguibles).
- Densidad de estriación dorsal y ventral en toda la valva (centro y extremos).

*Diploneis*

- Dimensiones.
- Contorno valvar (incluye curvatura de los márgenes).
- Forma y dimensiones del conopeum.
- Número y tipo de estrias; disposición de las areolas en cada estria.
- Semejanzas entre la areolación de la valva y del conopeum.

*Gomphonema*

- Dimensiones.
- Forma general de la valva (incluyendo grado de asimetría) y de los extremos.
- Relación nódulo central y porción mas ancha de la valva.

- Presencia y número de estigmas en el área central.
- Tipo de estrias, disposición, regularidad.

*Gyrosigma*

- Dimensiones.
- Forma general de la valva.
- Simetría y forma de los extremos (largamente rostrados o no).
- Forma de extremos proximales del rafe.
- Simetría de las ramas del rafe.
- Curvatura de las fisuras centrales del rafe.
- Forma del área central (rebordes en área central, marcan nódulo central).
- Número y disposición de las estrias transversales y longitudinales en toda la valva.

*Mastogloia* (mayoría marino).

- Dimensiones.
- Partectum (partecta).
- Conjunto de cámaras.
- Sinuosidad del rafe (es o no).
- Ancho de partectum.
- Valva, y valva o cópula.

*Navicula*

- Dimensiones.
- Dos plastos parietales, alargados en una valva, en ambos cingulos.
- Contorno valvar.
- Forma de los extremos (contorno y presencia/ausencia de engrosamientos).
- Estriación (tipo, dirección, curvatura, regularidad, interrupciones, etc.).
- Areolación (tipo de perforación).
- Presencia/ausencia de áreas con forma de "H" en la valva.
- Forma de las áreas axial y central.
- Presencia/ausencia de costilla central.
- Presencia de estigmas o puntos aislados.

Se forman tres grupos de este género (Round, Crawford & Mann, 1990):

A) Grupo (Bacillares) *Sellaphora* C. Mereschkowsky

Antes

*Navicula bacillum* (estrias distanciadas en área central, estrias iguales).

*Navicula pupula* (engrosamientos).

*Navicula laevisima* (sin engrosamientos).

*Navicula americana* (área axial y área central muy ancha).

- *Conopeum*

- Expansión o engrosamiento en los ápices (*N. pupula*' s).

**B) Grupo con estigma (tipo *Navicula mutica*)**

Ahora *Luticola* D.G. Mann

- Un sólo plasto central con dos lóbulos en cada valva; indentados longitudinalmente bajo el rafe.
- Estrias formadas por poros redondeados - alargados (grandes).
- Forma "stuaroide" del área central.
- Área hialina en la periferia.
- Para especies:
  - Tipo y posición del estigma (redondeado vs. alargado).
  - Cercano al nódulo central o al margen.

**C) Grupo *Navicula* "punteadas". *Placoneis* C. Mereschkowsky**

- Un sólo plasto con dos lóbulos que semejan una "X".
- Uno o varios estigma "sencillo", poros.
- Fisura externa apical que se extiende sobre el manto.
- Estrias formadas con areolas, con foramen redondeado.

*Cavinula* D.G. Mann & A.J. Stickle

- Aguas ácidas.

*Fallacia* A.J. Stickle & D.G. Mann (similar a *Navicula pygmea*)

- Aguas salobres.
- Área hialina en forma de "H" (vista valvar).
- Formas pequeñas.

*Craticula* A. Grunow (*Navicula cuspidata*, *Navicula halofila*).

Se genera cuando existe un cambio "x", que provoca la formación de una craticula, que es un "esternón con costillas", internamente de la valva. Esto se da por mitosis, el resultado es esta forma interna de la valva anterior, quedan juntas (no se forman estrias).

- Viejo *Halofila* (Grupo).
- Estrias paralelas sin área central.
- Dos plastos alargados, cingulares.
- Puede haber estrias radiadas.

*Neidium*

- Dimensiones.
- Características generales de la valva.
- Forma y ancho relativo de los extremos (ancho extremos/ancho valvar).
- Posición y características del conopeum.
- Conopeum (canales longitudinales) paralelos a los márgenes.
- Sentido de curvatura de las fisuras centrales.
- Estriación (número en 10 µm, dirección).
- Evidentes discordancias de Voigt's.

## A

- Fisuras externas centrales rafe, son opuestas

## B

- Fisuras internas/externas terminan en el mismo lugar. Coincidentes.

*Pinnularia*

- Dimensiones.
- Forma general de la valva.
- Forma y ancho relativo de las áreas axial y central (presencia de fascia, forma, ancho).
- Presencia de engrosamientos en el área central.
- Forma y ancho relativo del esternón.
- Tipo de rafe (filiforme, lateral o reverso-lateral o complejo).
- Aspecto de las fisuras terminales.
- Aspecto de las fisuras centrales.
- Presencia de "bandas".
- Estriación (número y disposición a lo largo de toda la valva).
- Grande: estrias anchas.
- Areolas con albeolos.

*Stauroneis*

- Dimensiones.
- Forma general de la valva y los extremos.
- Presencia de pseudoseptos.
- Forma del estauro: rectangular o convergente en el área central.
- Presencia de engrosamientos sobre el estauro.
- Número y disposición de las estrias.
- Pseudoseptos apicales (hialinos).

## Familia Epithemiaceae

*Epithemia, Rhopalodia*

- Areolas con membrana perforada que las cubre (volae) "muchas bolas".

*Epithemia*

- Dimensiones.
- Forma de las valvas.
- Forma de los ápices.
- Número de costillas y estrias en 10  $\mu\text{m}$ .
- Costillas capitadas o no en vista cingular.
- Valvas en vista valvar en forma de "V" (canal rafidiano); posición del ápice de la "V".
- Lugar y forma del canal rafidiano.
- Número de series de areolas entre costillas.
- Densidad de estrias.
- Costillas y areolas.

**Especies:**

- Altura del vértice de la "V" corta el eje apical o no (centro de la valva).
- Si corta, entonces cuantas estrias hay entre costillas.
- Ephitemia sorex*: 2 hileras entre costillas.
- Entre 2 costillas evaluar cuantas estrias hay.

*Rhopalodia*

- Dimensiones.
- Forma y morfometría.
- Curvatura de los márgenes y forma de los extremos.
- Tipo de estrias (uni o biseriadas).
- Número de estrias en 10  $\mu\text{m}$ .
- En corte: de forma abovedada.
- En vista cingular (varian los caracteres a evaluar).

## Familia Nitzschiaceae

*Denticula*

- Dimensiones.
  - Posición del canal rafidiano.
  - Carina marginal o submarginal.
  - Costillas atraviesan de lado a lado, o + -.
  - Aspecto de las fibulas.
  - Número de costillas y estrias en 10  $\mu\text{m}$ .
  - *Denticula kuetzingii* (no atravieza de lado a lado).
- Importante - En vista cingular; costillas capitadas.
- En vista valvar, 1 o 2 engrosamientos sobre las fibulas (costillas=fibulas prolongadas).

*Nitzschia*

- Dimensiones.
- Forma de la valva y los extremos.
- Posición de la carina (centra, marginal, submarginal).
- Equidistancia entre las fibulas centrales.
- Número de fibulas y estrias en 10  $\mu\text{m}$ .
- Canal rafidiano en una quilla ("carina").
- Fibulas (puentes de sílice que mantienen el canal rafidiano).
- Pórtulas.
- Espacios interfibulares (donde estan las pórtulas).

*Nitzschia Bacillaria Hantzschia**Nitzschia*

- Canal rafidiano frecuentemente lateral o marginal.
- Puntos carinales visibles.

*Bacillaria*

- Canal rafidiano central.
- Forma agregados tabulares.
- Una sola especie: *Bacillaria paxillifer*.

*Hantzschia*

- Carinas juntas.
- Carina marginal.
- Fibulas centrales mas separadas entre si.

## Grupos: Anchas Sigmoideas Rostradas Lanceoladas

## Anchas

*Nitzschia levidensis*

- Panduriforme (con cintura mas o menos marcada).
- Carina marginal.
- Costillas.
- Ondulaciones longitudinales.

## Sigmoideas

- Carina ligeramente inmersa en el canal rafidiano.
- Sinuosa.

## Rostradas

- Fibulas centrales separadas o no.

## Lanceoladas

## A) Lanceolatae

- Carina excéntrica marginal.
- Fibulas centrales (separadas o no).
- estrias (visibles o no).
- Areolas (visibles o no).

*Nitzschia frustulum**Nitzschia palea*

**B) Lineares**

- Carina poco marginal.

**Familia Surirellaceae***Surirella, Campylodiscus, Cymatopleura*

- Desplazamiento del esternón hacia el margen.
- Proyecciones alares (Flügelkanäle). No hay fibulas.
- Aspecto general de la valva y los extremos (iso o heteropolaridad, ondulaciones, curvaturas, etc.).
- Número de "canales" y estrías en 10  $\mu\text{m}$ .
- Aspecto de la zona central.

*Campylodiscus*

- Forma de montura o silla de montar.

*Cymatopleura (Cymatopleura solea o Cymatopleura librile)*

- En vista conectiva presenta ondulaciones.
- Ondulada en vista valvar.

*Surirella*

- Dimensiones.
- Morfometría.
- Polaridad: isopolar, heteropolar.
- Relación largo/ancho no + 1/15.
- Ondulación en sentido longitudinal.
- Canales alares.

**APENDICE 2**

---

**Metodologías**

A continuación presento una serie de técnicas que nos proporcionó la Dra. Nora I. Maidana de la Universidad de Buenos Aires, Argentina en el curso de posgrado que organicé en febrero de 1996, para los estudios de posgrado de la Facultad de Ciencias, UNAM, que considero son importantes como una fuente de consulta para las personas interesadas en el estudio de las diatomeas continentales. La bibliografía consultada fue Schrader (1974) y Battarbee (1986).

**Técnicas de laboratorio**

Hay varias formas para tratar las diatomeas para preparaciones permanentes. La combinación precisa de los pasos a seguir deberá determinarse experimentalmente con relación a las características individuales de las muestras a analizar.

Debe cuidarse en todas las etapas de no perder o dañar el material para lo que hay que ir chequeando cada vez el material tratado, antes, durante y después de los pasos seguidos. Hay que tener en cuenta que los ácidos fuertes, la agitación vigorosa y la centrifugación rápida pueden romper estructuras delicadas como las espinas o aún quebrar frústulos frágiles.

Debe prevenirse la contaminación, es esencial el lavado del material de vidrio (si se reusa debe lavarse con  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10% en caliente).

El tratamiento a seguir depende de los materiales a remover, por ejemplo:

- a) Sales solubles en HCl (carbonatos, sales metálicas y óxidos): calentar suavemente 15 minutos una pequeña cantidad de material en una solución de HCl al 10%. Centrifugar o decantar y luego lavar con agua destilada.
- b) Materia orgánica: adicionar agua oxigenada al 30% y calentar suavemente en un baño o sobre una placa caliente hasta remover toda la materia orgánica. Centrifugar o decantar y luego lavar con agua destilada (al menos 3 veces). Si quedan residuos gruesos se puede filtrar usando una malla de 0.5 mm.
- b') Otro método, combinando los dos anteriores, consiste en calentar 20 minutos a 100°C un peso o volumen determinado del material en 50 ml de una mezcla 1:1 de ácido acético puro y agua oxigenada pura (30%), luego lavar 7 veces con agua destilada centrifugando 2 minutos cada vez a 1200 rpm.
- c) Material mineral, dependiendo del tamaño de grano puede separarse:
  - 1) grano grueso: por filtrado (malla no menor de 0.5 mm) o lavado y posterior decantación.

2) arcilla: puede cubrirse la muestra con agua dejando que las diatomeas y los sedimentos gruesos decanten y descartar las arcillas suspendidas y puede también ayudarse agregando una solución diluida de hidróxido de amonio.

Otra opción es resuspender el residuo en una solución 0.5% de pirofosfato de sodio y luego lavar 4 veces con agua destilada centrifugando 2 minutos cada vez a 1200 rpm y posteriormente llevar al volumen original.

Luego de esto si al revisar el material hay aún valvas agregadas que impiden la identificación y/o el recuento se puede sonicar pero esto puede conducir a la ruptura del material, por lo que solo sirve para la identificación y para establecer frecuencias relativas.

Una vez limpio el material se diluye convenientemente la solución y se mezcla. En esta etapa es cuando pueden adicionarse microsferas para calcular la concentración de diatomeas.

Con una pipeta limpia se pone la cantidad de material conveniente en un cubreobjetos y se deja evaporar el agua a temperatura ambiente. Al secarse se pueden hacer las preparaciones permanentes con la resina apropiada (la utilizada en este trabajo fue Naphrax®).

El método más sencillo consiste en poner sobre un portaobjetos convenientemente limpio una gota de resina, invertirlo y tocar el cubreobjetos (con la muestra a observar ya evaporada) con la resina y luego levantarlo cuidadosamente, invirtiéndolo otra vez. Calentar suavemente con la llama de un mechero de alcohol (no más de 3 segundos cada vez) para eliminar burbujas (en este paso se puede ayudar la salida de las burbujas, y de paso eliminar el exceso de resina, presionando el cubreobjetos con la parte de atrás de un broche de madera o la punta de un lápiz que sea roma o chata). Apoyar el preparado sobre una superficie fría para solidificar la resina y limpiar con xilol.

### Microscopio óptico

Es indispensable el uso de objetivos de inmersión y aumentos de más de 750x; es recomendable el uso de contraste de fase y de una fuente de luz potente; es necesario contar con un ocular graduado para efectuar las mediciones.

Los aparatos de dibujo o las cámaras claras son muy útiles y la microfotografía para los conteos de rutina.

## ANALISIS CUANTITATIVO

### 1.- Frecuencias relativas

Pueden expresarse con relación al total de los taxones presentes o trabajarse como sumas especiales en función del tipo de análisis de que se trate (v. gr. suma de planctontes, en la cual se excluyen los taxones perifíticos de aparición irregular).

El número de valvas a contar en cada muestra varía en función del tipo de análisis. La precisión del conteo porcentual depende de la frecuencia del taxon en la muestra en relación con el tamaño de la muestra contada. La cifra aconsejada para los conteos de rutina oscila entre 300 y 600 valvas. Cuando se desea conocer la flora es necesario un conteo mucho mayor. Al contar más de 2, 000 individuos es posible registrar un número de formas raras e interesantes que de otra manera pasarían inadvertidas. Esto resulta importante en estudios de sedimentos cuando las fluctuaciones de taxones ecológicamente importantes están oscurecidas por la presencia masiva de taxones más comunes. Esto sucede comunmente en grandes lagos eutróficos donde el perifiton es anegado por la cantidad de individuos planctónicos presentes en lagos alcalinos poco profundos donde no es rara la dominancia masiva de especies de *Fragilaria*. En estos casos debe trabajarse sobre sumas especiales donde se excluyen estos grupos.

El conteo puede hacerse contando un número de campos determinados al azar o, lo que es más común, contando a lo largo de transectos continuos, los que deben barrerse incluyendo igual proporción de centros y extremos para contrarrestar cualquier distribución diferencial debida a la evaporación.

Al contar debe tenerse en cuenta que la unidad es la valva, por lo tanto:

- a) Los frústulos enteros se cuentan como dos valvas.
- b) En las cadenas se cuentan las valvas individuales (una cadena larga de un taxón altamente infrecuente introduce un sesgo que puede salvarse incrementando el número de cuentas).
- c) Los fragmentos deberán contarse adoptando algún sistema que excluya la posibilidad de conteos dobles o múltiples. Así habrá que contar como una valva sólo los fragmentos que incluyan la porción central o algún rasgo único característico de la valva (como el extremo mayor en algunas especies heteropolares); en el caso de especies sin centros ni rasgos únicos reconocibles una alternativa es contar el número de extremos y luego dividir por 2 para obtener el número de valvas

## 2.- Concentración de diatomeas

- a) Método de la alicuota: se usa un volumen conocido de suspensión para hacer una preparación como ya se explicó. Como la evaporación no distribuye al azar las valvas, no es totalmente válido el conteo de campos o transectos al azar. El recuento de todos los especímenes presentes en una preparación no sólo es tedioso sino también consume un número elevado de horas/hombre. Una posibilidad es hacer un recuento porcentual detallado de un cubreobjetos, luego seleccionar una diatomea que sea grande, distinguible y numéricamente frecuente como marcador interno y por último contar a bajo aumento *todos* los especímenes presentes de ese taxon en esa preparación. Con esos datos se puede calcular el número total de valvas como:

$$N = 100 \frac{x}{a}, \text{ donde: } \begin{array}{l} N: \text{ número total de individuos por unidad de volumen} \\ x: \text{ número de valvas marcadoras (v. m.)} \\ a: \text{ frecuencia de la v. m.} \end{array}$$

Esta técnica es laboriosa especialmente si se hacen réplicas y más aún aumentan los errores cuando se pipetea volúmenes muy reducidos. Esto se puede solucionar contando las valvas marcadoras con microscopio invertido.

- b) Método de la cubeta de evaporación (diseñado específicamente para estimar concentración de microfósiles, explota los principios utilizados en la preparación de las muestras para el conteo con microscopio invertido). Se usa una cubeta circular con 4 depresiones en el fondo en las que caben perfectamente sin sobresalir 4 cubreobjetos circulares. Se vierten cuidadosamente 25 ml de la suspensión bien mezclada en el centro de la cubeta y se los deja evaporar a temperatura ambiente después de lo cual los cubres pueden ser levantados y montados por los métodos ya vistos.

Pueden presentarse dos problemas:

- a).- Redistribución ocasional de las valvas por disturbios al finalizar la evaporación.  
 b).- Como se usa un volumen de solución relativamente grande, ésta debe estar lo más libre posible de sales disueltas ya que pueden cristalizar y obstaculizar la observación (esto puede salvarse aumentando el número de lavados y/o dejar pasar el tiempo suficiente como para permitir la precipitación de las diatomeas y luego eliminar con una pipeta (y con cuidado)  $\pm$  15 ml de la suspensión.

Este método es estadísticamente más preciso ya que la evaporación permite la distribución homogénea del material en los cubres y permite el conteo en transectos o campos elegidos al azar. El número total de valvas por unidad de volumen se puede calcular:

$$\text{Valvas} = \text{conteo} \times \frac{\text{área del cubreobjetos}}{\text{área contada}} \times \frac{\text{volumen de muestra}}{\text{vol. de la submuestra}}$$

- c) Microsfemas marcadoras: son marcadores externos que se adicionan a la muestra en cantidades conocidas. Esta técnica es standard en Palinología. Battarbee (1986) recomienda su uso en lugar de granos de polen ya que son fáciles de contar con un contador de partículas y fáciles de usar en las altas concentraciones necesarias para muchos análisis diatomológicos.

$$\text{Valvas} = \frac{\text{microsfemas introducidas} \times \text{diatomeas contadas}}{\text{microsfemas contadas}}$$

**Tabla (Battarbee, 1986): Concentración de diatomeas en muestras de sedimentos según los 3 métodos de estimación:**

	Valvas contadas (x 10 <sup>6</sup> )	Muestra total	Tiempo (hrs.)
Microsfemas	1000	9.7416	1
Alícuota	4145	9.270	10
Cubeta de evaporación	1193	8.589	0.5

### 3.- Biovolumen diatomológico y tasa de acumulación

Teniendo en cuenta la tasa de acumulación de los sedimentos se puede calcular la tasa de acumulación diatomológica. Este dato aislado no es muy útil en estimaciones de paleoproduktividad pero, conociendo el volumen celular promedio de los taxones individuales y el número total de individuos corregido para la tasa de acumulación de sedimentos, se puede expresar como biovolumen diatomológico por cm<sup>2</sup> por año. Esto se puede graficar contra la profundidad o el tiempo.

---

**APENDICE 3**

---

**Lámina 1**

Fig.a. *Cyclotella meneghiniana* Kützing 1844; 1,000 x; pág. 37

Fig.b. *Cyclotella pseudostelligera* Hustedt 1939; 1,000 x; pág. 38

Fig.c. *Cyclotella quillensis* Bailey 1922; 1,000 x; pág. 39

Fig.d. *Cyclotella stelligera* Cleve & Grunow (in Van Heurck) 1882; 1,000 x;  
pág. 39

Fig.e. *Stephanodiscus* sp.; 1,000 x; pág. 40

1- Vista cingular

2- Vista valvar

Fig.f. *Melosira lineata* (Dillwyn) Agardh 1824; 1,000 x; pág. 41

Fig.g. *Melosira undulata* (Ehrenberg) Kützing 1844; 1,000 x; pág. 41

Fig.h. *Actinocyclus normanii* (Gregory ex Greville) Hustedt 1957; 1,000 x;  
pág. 42

Fig.i. *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère 1982; 1,000 x; pág. 43

Fig.j. *Terpsinoe musica* Ehrenberg 1841; 1,000 x; pág. 44

La escala representa 10  $\mu$ m, para todas las figuras de la lámina.



a



b



c



d



1



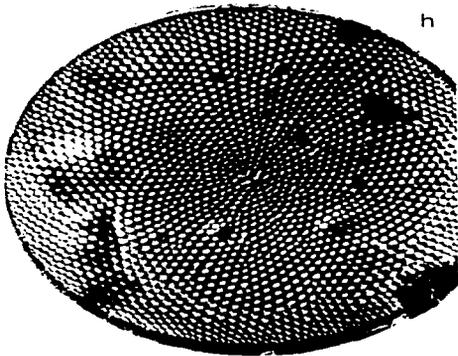
2



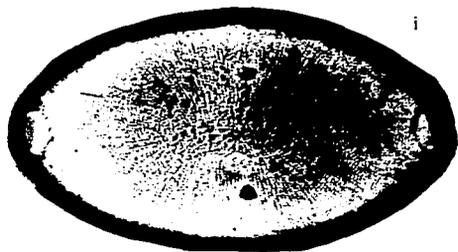
f



g



h



i



j

## Lámina 2

Fig. a. *Fragilaria capucina* Desmazieres 1825 var. *radians* (Kützing) Lange-Bertalot; 1,000 x; pág. 45

Fig. b. *Fragilaria capucina* var. *gracilis* (Øestrup) Hustedt 1950; 1,000 x; pág. 45

Fig. c. *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow 1862 var. *construens*; 1,000x; pág. 46

Fig. d. *Synedra goulardii* Brébisson; 1,000 x; pág. 46

Fig. e. *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg 1832 var. *ulna*; 1,000 x; pág. 47

Fig. f. *Synedra ulna* var. *amphirhynchus* (Ehrenberg) Grunow; 1,000 x; pág. 48

Fig. e'. *Synedra ulna* var. *biceps* (Kützing) Kirchner in Cohn; 1,000 x; pág. 49

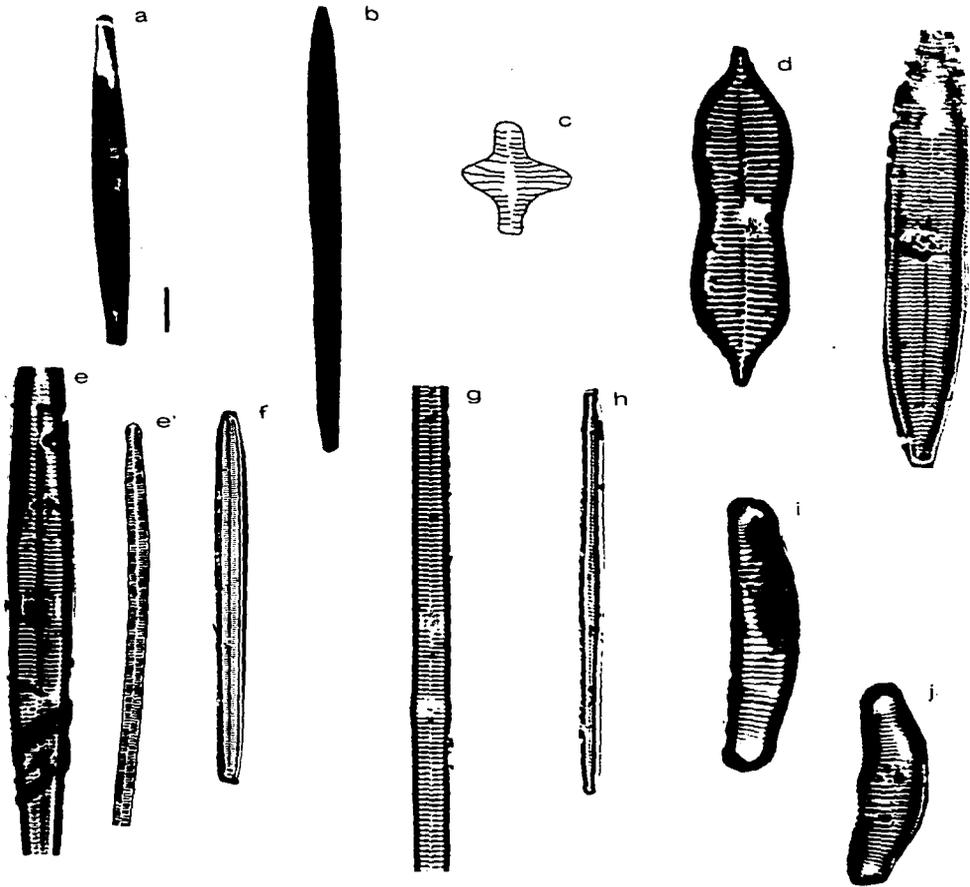
Fig. g. *Synedra ulna* var. *danica* (Kützing) Van Heurck 1885; 1,000 x; pág. 50

Fig. h. *Synedra ulna* var. *subaequalis* (Grunow) Van Heurck 1885; 1,000 x; pág. 50

Fig. i. *Eunotia minor* (Kützing) Grunow in Van Heurck 1881; 1,000 x; pág. 51

Fig. j. *Eunotia praerupta* var. *bidens* (Ehrenberg) Grunow 1843; 1,000 x; pág. 52

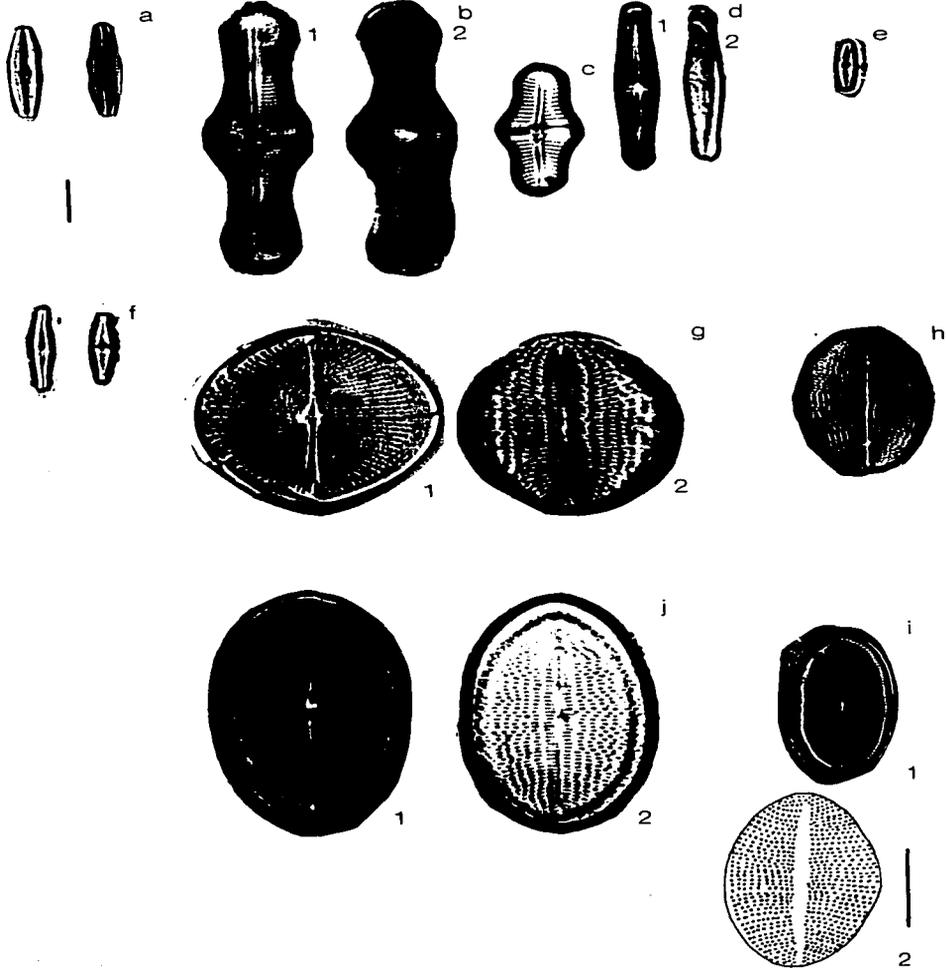
La escala representa 10  $\mu$ m, para todas las figuras de la lámina.



**Lámina 3**

- Fig.a. *Achnanthes biasoletiana* Grunow in Cleve & Grunow 1880; 1,000 x; pág. 53
- Fig.b. *Achnanthes inflata* (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow 1880 var. *inflata*; 1,000 x; pág. 53  
1- valva con rafe  
2- valva sin rafe
- Fig.c. *Achnanthes inflata* var. *elata* (Leuduger-Fortmorel) Hustedt 1937; 1,000 x; pág. 54
- Fig.d. *Achnanthes minutissima* Kützing 1833; 1,000 x; pág. 55  
1- valva con rafe  
2- valva sin rafe
- Fig.e. *Achnanthes minutissima* var. *pseudotuscula* Manguin; 100 x; pág. 55
- Fig.f. *Achnanthes wolterecki* Hustedt 1937; 100 x; pág. 56
- Fig.g. *Cocconeis pediculus* Ehrenberg 1838; 1,000 x; pág. 57  
1- valva con rafe  
2- valva sin rafe
- Fig.h. *Cocconeis placentula* Ehrenberg 1838 var. *placentula*; 1,000 x; pág. 58
- Fig.i. *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg 1854) Grunow 1884; 1,000 x; pág. 59  
1- valva con rafe  
2- valva sin rafe
- Fig.j. *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenberg 1843) Van Heurck 1880-1885; 1,000 x; pág. 60  
1- valva con rafe  
2- valva sin rafe

La escala representa 10  $\mu\text{m}$ , para todas las figuras de la lámina.



**Lámina 4**

**Fig. a.** *Amphipleura lindheimeri* Grunow 1862; 1- 630 x, 2- 1,000 x; pág. 61

**Fig. b.** *Amphipleura pellucida* (Kützing) var. *pellucida* 1844; 1- 630 x, 2- 1,000 x; pág. 61

**Fig. c.** *Amphora copulata* (Kützing) Schoeman & Archibald 1986; 1,000 x; pág. 62

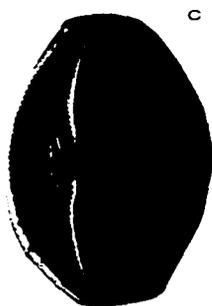
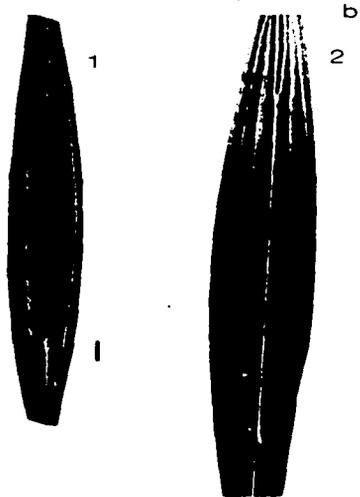
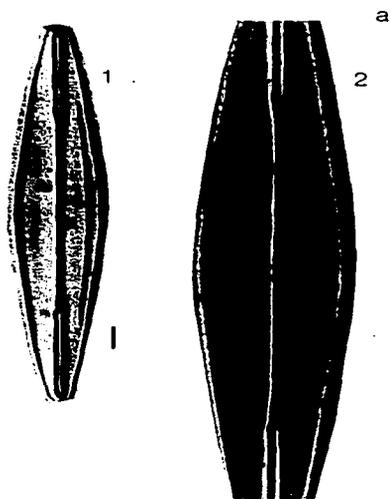
**Fig. d.** *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing 1844; 1,000 x; pág. 63

**Fig. e.** *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow 1880; 1,000 x; pág. 64

**Fig. f.** *Anomooneis vitrea* (Grunow) Ross 1966; 1,000 x; pág. 65

**Fig. g.** *Berkella linearis* Ross & Sims 1978; 1,000 x; pág. 66

La escala representa 10  $\mu\text{m}$ , para todas las figuras de la lámina; sólo en algunos casos, se añade la escala correspondiente al lado de la fotografía, que también representa 10  $\mu\text{m}$ .



**Lámina 5**

Fig.a. *Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve 1894; 1,000 x; pág. 67

Fig.b. *Caloneis silicula* var. *elliptica* (Frenguelli) Frenguelli 1941; 1,000 x; pág. 68

Fig.c. *Caloneis ventricosa* (Ehrenberg) Meister 1912; 1,000 x; pág. 68

Fig.d. *Capartogramma crucicula* (Grunow ex Cleve) Ross 1963; 1,000 x; pág. 69

Fig.e. *Cymbella affinis* Kützing 1844; 1,000 x; pág. 70

Fig.f. *Cymbella cymbiformis* Agardh 1830; 1,000 x; pág. 71

1. Concavidad en margen ventral.

Fig.g. *Cymbella delicatula* Kützing 1849 var. *delicatula*; 1,000 x; pág. 72

1- Estrias dorsales regularmente sinuosas.

2- Intercalación de estrias más cortas del lado dorsal.

3- Estrias fragmentadas e irregularmente orientadas.

Fig.h. *Cymbella gracilis* (Ehrenberg 1843) Kützing 1844; 1,000 x; pág. 73

Fig.i. *Cymbella hustedtii* Krasske 1923; 1,000 x; pág. 74

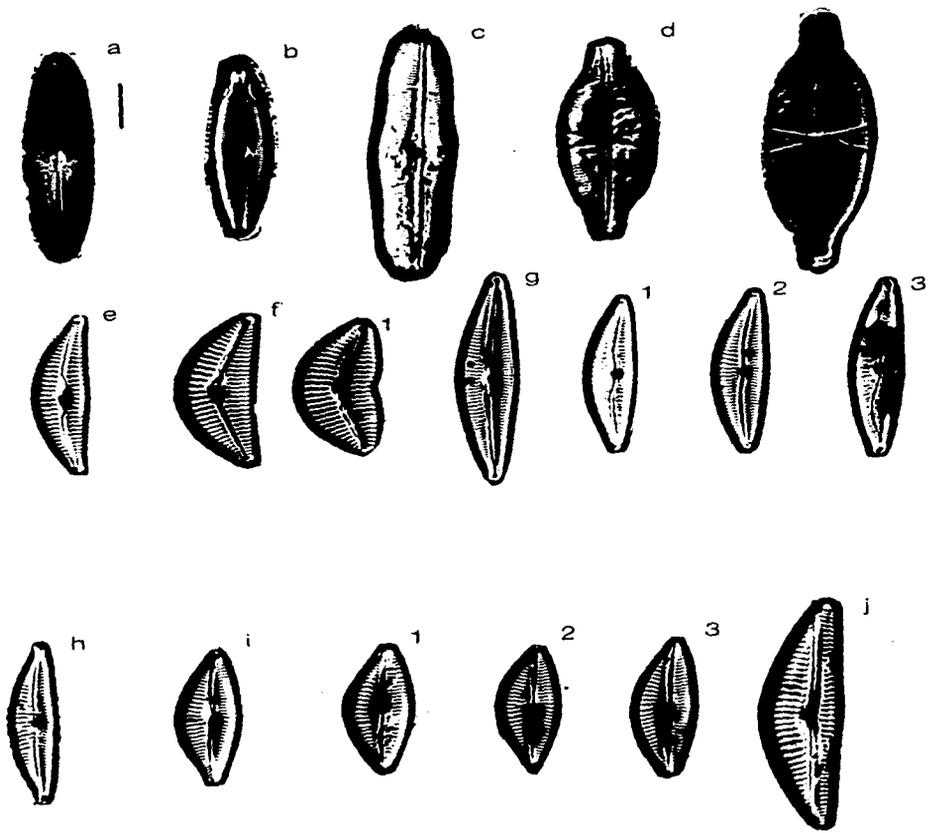
1- Estrias rotas

2- Estría acortada

3- Estrias más distantes y acortadas

Fig.j. *Cymbella laevis* Näegeli in Kützing 1849; 1,000 x; pág. 75

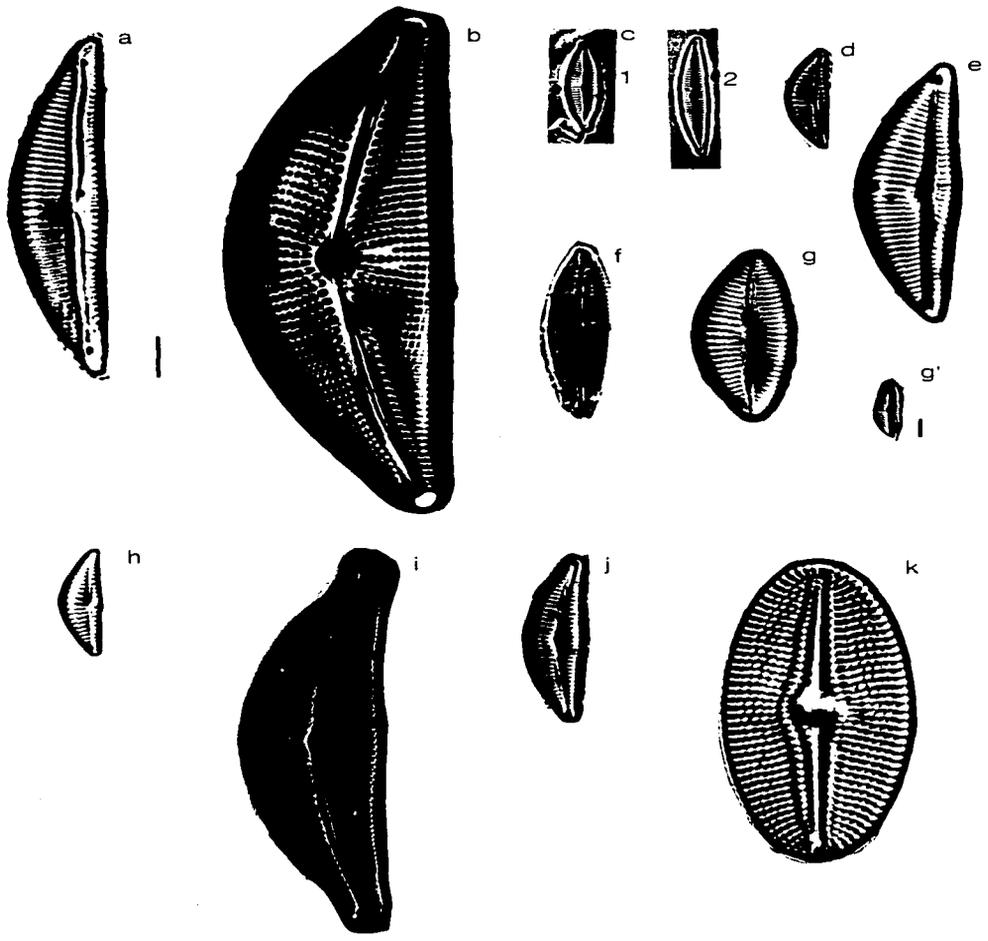
La escala representa 10  $\mu$ m, para todas las figuras de la lámina.



**Lámina 6**

- Fig.a. *Cymbella mesiana* Cholnoky 1995; 1,000 x; pág. 75  
Fig.b. *Cymbella mexicana* (Ehrenberg) Cleve 1894; 1,000 x; pág. 76  
Fig.c. *Cymbella microcephala* Grunow in Van Heurck 1880; 1,000 x; pág. 77  
1- Morfotipo 1  
2- Morfotipo 2  
Fig.d. *Cymbella minuta* Hilse ex Rabenhorst 1862 var. *minuta*; 1,000 x; pág. 78  
Fig.e. *Cymbella muellerii* Hustedt 1938; 1,000 x; pág. 79  
Fig.f. *Cymbella naviculiformis* (Auerswald) Cleve 1894; 1,000 x; pág. 79  
Fig.g. *Cymbella prostrata* (Berkeley) Cleve 1894; 1,000 x; pág. 80  
Fig.g'. *Cymbella prostrata* var. *auerswaldii* (Rabenhorst) Reimer; 1,000 x; pág. 81  
Fig.h. *Cymbella silesiaca* Bleisch in Rabenhorst 1864; 1,000 x; pág. 82  
Fig.i. *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck 1880; 1,000 x; pág. 83  
Fig.j. *Cymbella tumidula* Grunow in A. Schmidt *et al.* 1875; 1,000 x; pág. 84  
Fig.k. *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve 1891; 1,000 x; pág. 84

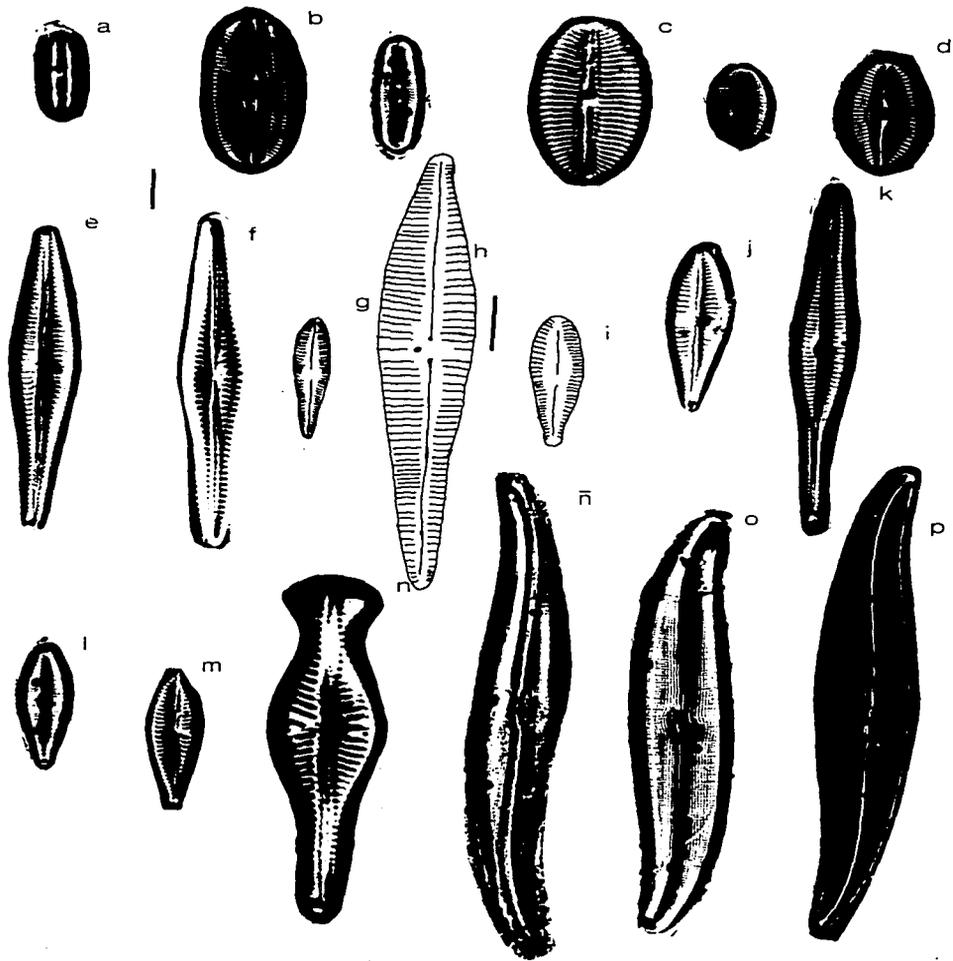
La escala representa 10  $\mu\text{m}$ , para todas las figuras de la lámina; sólo en algunos casos, se añade la escala correspondiente al lado de la fotografía, que también representa 10  $\mu\text{m}$ .



**Lámina 7**

- Fig.a. *Diploneis marginestriata* Hustedt 1922; 1,000 x; pág. 85  
Fig.b. *Diploneis oblongella* (Näegeli) Cleve-Euler 1922; 1,000 x; pág. 86  
Fig.c. *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve 1891; 1,000 x; pág. 87  
Fig.d. *Diploneis subovalis* Cleve 1894; 1,000 x; pág. 87
- Fig.e. *Gomphonema affine* Kützing 1844; 1,000 x; pág. 88  
Fig.f. *Gomphonema angustum* Agardh 1831; 1,000 x; pág. 89  
Fig.g. *Gomphonema brasiliense* Grunow 1878 var. *brasiliense*; 1,000 x; pág. 90  
Fig.h. *Gomphonema gracile* Ehrenberg 1838; 1,000 x; pág. 90  
Fig.i. *Gomphonema grovei* var. *lingulatum* (Hustedt) Lange-Bertalot 1985; 1,000 x; pág. 91  
Fig.j. *Gomphonema grunowii* Patrick 1975; 1,000 x; pág. 92  
Fig.k. *Gomphonema intricatum* var. *vibrio* (Ehrenberg) Cleve 1894; 1,000 x; pág. 92  
Fig.l. *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing 1849; 1,000 x; pág. 93  
Fig.m. *Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot 1979; 1,000 x; pág. 94  
Fig.n. *Gomphonema truncatum* Ehrenberg 1832; 1,000 x; pág. 94
- Fig.ñ. *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst 1853; 1,000 x; pág. 95  
Fig.o. *Gyrosigma nodiferum* (Grunow) Reimer 1966; 1,000 x; pág. 96  
Fig.p. *Gyrosigma scalproides* (Rabenhorst) Cleve 1894; 1,000 x; pág. 97

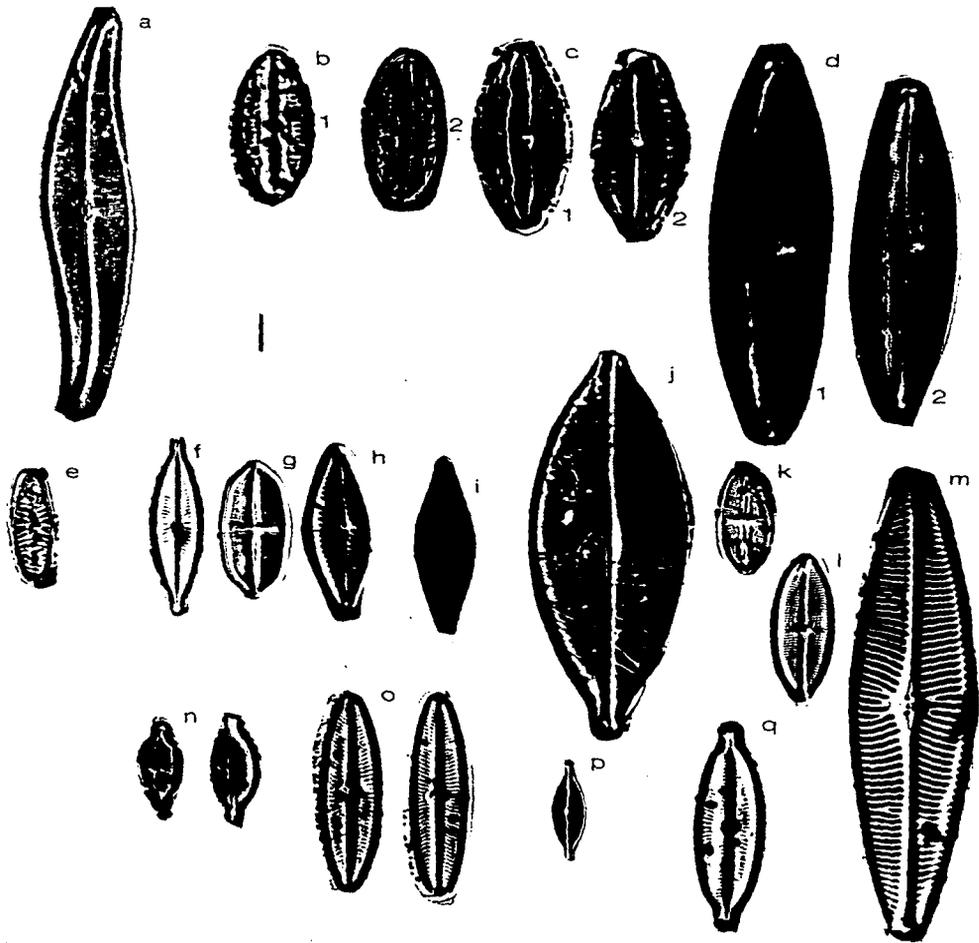
La escala representa 10  $\mu\text{m}$ , para todas las figuras de la lámina; sólo en algunos casos, se añade la escala correspondiente al lado del dibujo, que también representa 10  $\mu\text{m}$ .



**Lámina 8**

- Fig.a. *Gyrosigma spencerii* (Quekett) Griffith & Henfrey 1856; 1,000 x; pág. 97
- Fig.b. *Mastogloia elliptica* (Agardh) Cleve 1893; 1,000 x; pág. 98  
1- valva sin rafe, se observan las partectas  
2- valva con rafe
- Fig.c. *Mastogloia smithii* Thwaites 1856; 1,000 x; pág. 99  
1- valva con rafe  
2- valva sin rafe
- Fig.d. *Mastogloia smithii* var. *lacustris* Grunow 1878; 1,000 x; pág. 100  
1- valva con rafe  
2- valva sin rafe
- Fig.e. *Navicula capitata* Ehrenberg 1838 var. *hungarica* (Grunow) Ross 1947; 1,000 x; pág. 101
- Fig.f. *Navicula capitatoradiata* Germain 1981; 1,000 x; pág. 101
- Fig.g. *Navicula charlatii* Peragallo 1921; 1,000 x; pág. 102
- Fig.h. *Navicula cryptocephala* Kützing 1844 var. *cryptocephala*; 1,000 x; pág. 103
- Fig.i. *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot 1985; 1,000 x; pág. 104
- Fig.j. *Navicula cuspidata* (Kützing) Kützing 1844 var. *cuspidata*; 1,000 x; pág. 104
- Fig.k. *Navicula goeppertiana* (Bleisch) H.L. Smith 1874-1879; 1,000 x; pág. 105
- Fig.l. *Navicula pseudotuscula* Hustedt 1943; 1,000 x; pág. 106
- Fig.m. *Navicula radiosa* Kützing 1844 var. *radiosa*; 1,000 x; pág. 106
- Fig.n. *Navicula rutneri* var. *chilensis* Krasske; 1,000 x; pág. 107
- Fig.o. *Navicula schroeterii* Meister 1932 var. *schroeterii*; 1,000 x; pág. 108
- Fig.p. *Navicula subtilissima* Cleve 1891; 1,000 x; pág. 108
- Fig.q. *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg 1838 var. *rostellata* (Kützing) Cleve 1895; 1,000 x; pág. 109

La escala representa 10  $\mu$ m, para todas las figuras de la lámina.



**Lámina 9**

Fig.a. *Neidium affine* (Ehrenberg) Pfitzer var. *amphirhynchus* (Ehrenberg) Cleve 1894; 1,000 x; pág. 110

Fig.b. *Pinnularia interrupta* W. Smith 1853; 1,000 x; pág. 111

Fig.c. *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg 1843; 400 x; pág. 112

Fig.d. *Stauroneis phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg 1843; 1,000 x; pág. 113

Fig.e. *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson 1838; 1,000 x; pág. 114

Fig.e'. *Epithemia argus* (Ehrenberg) Kützing 1844; 1,000 x; pág. 115

Fig.f. *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller 1895 var. *gibba*; 630 x; pág. 116

Fig.g. *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* Kützing H. & M. Peragallo 1897-1908; 1,000 x; pág. 117

Fig.h. *Denticula elegans* Kützing 1844; 1,000 x; pág. 118

Fig.i. *Denticula kuetzingii* Grunow 1862; 1,000 x; pág. 118

Fig.j. *Denticula tenuis* Kützing 1844; 1,000 x; pág. 119

Fig.k. *Denticula valida* (Pedicino) Grunow in Van Heurck 1881; 1,000 x; pág. 120

La escala representa 10  $\mu\text{m}$ , para todas las figuras de la lámina; sólo en algunos casos, se añade la escala correspondiente al lado de la fotografía, que también representa 10  $\mu\text{m}$ .



a



b



c



d



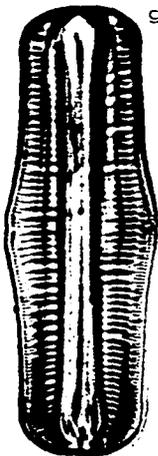
e



e



f



g



h



i



j

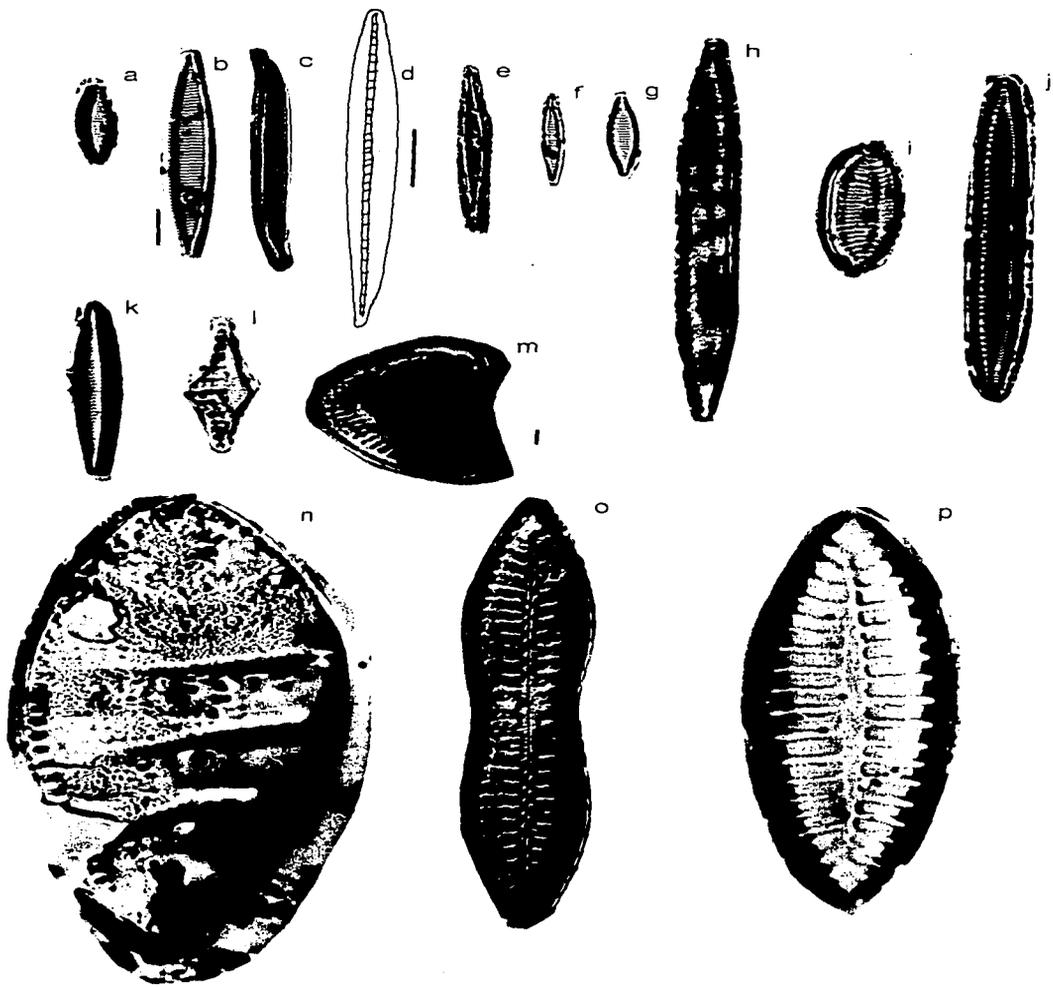


k

**Lámina 10**

- Fig.a. *Nitzschia amphibia* Grunow 1862; 1,000 x; pág. 120  
Fig.b. *Nitzschia angustata* (W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow 1880; 1,000 x; pág. 121  
Fig.c. *Nitzschia clausii* Hantzsch 1860; 1,000 x; pág. 122  
Fig.d. *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow 1862 var. *dissipata*; 1,000 x; pág. 123  
Fig.e. *Nitzschia dissipata* var. *media* (Hantzsch) Grunow 1881; 1,000 x; pág. 123  
Fig.f. *Nitzschia grunowii* (Cleve) Hasle sensu Servant-Vildary 1984 ; 1,000 x; pág. 124  
Fig.g. *Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst 1860; 1,000 x; pág. 124  
Fig.h. *Nitzschia intermedia* Hantzsch ex Cleve & Grunow 1880; 1,000 x; pág. 125  
Fig.i. *Nitzschia levidensis* (W. Smith) Grunow in Van Heurck 1881 var. *salinarum* (Grunow) Krammer y Lange-Bertalot; 1,000 x; pág. 126  
Fig.j. *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith 1853; 1,000 x; pág. 126  
Fig.k. *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith 1856; 1,000 x; pág. 127  
Fig.l. *Nitzschia sinuata* (Thwaites? In W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow 1880; 1,000 x; pág. 127  
  
Fig.m. *Campylodiscus hibernicus* Ehrenberg 1845; 400 x; pág. 128  
  
Fig.n. *Cymatopleura elliptica* (Brébisson) W. Smith 1851; 1,000 x; pág. 129  
  
Fig.o. *Surirella acuminata* Hustedt 1922 in Schmidt *et al.* 1874; 630 x; pág. 130  
Fig.p. *Surirella bifrons* Ehrenberg 1843; 1,000 x; pág. 130

La escala representa 10  $\mu\text{m}$ , para todas las figuras de la lámina; sólo en algunos casos, se añade la escala correspondiente al lado de la fotografía, que también representa 10  $\mu\text{m}$ .



**Lámina 11**

**Fig.a.** *Surirella constricta* W. Smith 1851; 1,000 x; pág. 131

**Fig.b.** *Surirella linearis* W. Smith 1853; 1,000 x; pág. 132

**Fig.c.** *Surirella linearis* W. Smith 1853 var. *helvetica* (Brun) Meister 1912;  
1,000 x; pág. 132

**Fig.d.** *Surirella ovalis* Brébisson 1838; 1,000 x; pág. 133

**Fig.e.** *Surirella robusta* Ehrenberg 1841; 1,000 x; pág. 134

**Fig.f.** *Surirella tenera* Gregory 1856; 1,000 x; pág. 134

**La escala representa 10  $\mu$ m, para todas las figuras de la lámina.**

