

Flora algal de ríos templados en la zona occidental de la cuenca del Valle de México¹

MÓNICA RAMÍREZ VÁZQUEZ*
ENRIQUE A. CANTORAL URIZA*

Resumen. Se presentan las descripciones de 97 especies: Rhodophyta y Xanthophyceae 2 (2.0%) especies cada una, Cyanoprokaryota 8 (8.2%), Chlorophyta 15 (15.5%) y Bacillariophyceae 70 (72.2%). Se citan cinco nuevos registros para México. Se anotan las condiciones ambientales, con el fin de generar información para el conocimiento de este grupo biológico fundamental en ríos. Los sitios estudiados son ambientes relictos para la cuenca del Valle de México y su composición florística muestra elementos de afinidad templada, que la distingue de otros estudios realizados previamente en la región central de México que tienen una flora con afinidad tropical. Los principales crecimientos visibles en las localidades se conformaron por representantes de Cyanoprokaryota, Chlorophyta, Rhodophyta y Xanthophyceae. El crecimiento con la distribución más amplia fue *Prasiola mexicana* que estuvo en todas las corrientes estudiadas y en los dos períodos (secas-lluvias). Se presentaron las siguientes formas de vida: 17 epífitas, 57 perifíticas, 18 metafíticas, 65 epilíticas, 2 planctónicas, 10 epipélicas y 11 subaéreas.

Palabras clave: ríos, algas, Rhodophyta, Xanthophyceae, Cyanoprokaryota, Chlorophyta, Bacillariophyceae, nuevos registros, Cuenca del Valle de México, México.

Abstract. The description of 97 algal species is presented: 2 Rhodophyta, 2 Xanthophyceae (2.0%), 8 (8.2 %) Cyanoprokaryota, 15 (15.5 %) Chlorophyta and 70 (72.2 %) Bacillariophyceae. Five species are new records for Mexico. Habitat conditions were recorded in order to generate information for the biological knowledge of these groups of organisms, that are fundamental to river ecology. The sites studied are relict habitats for the Valley of Mexico basin and their floristic composition includes elements of temperate affinity; this distinguishes these sites from those previously studied in Central Mexico that have

¹ Investigación desarrollada por la primera autora como tema de tesis para obtener el título de bióloga.

* Grupo Ecología de Algas, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM. Apartado postal 70-620, Coyoacán 04510, México, D.F.

tropical affinity. Main visible growths included Cyanoprokaryota, Chlorophyta, Rhodophyta and Xanthophyceae. *Prasiola mexicana* growths had the largest distribution, being present in all the studied streams and in both dry and rainy seasons. Concerning life forms, 17 species were epiphytes, 57 periphytic, 18 methaphytic, 65 epilithic, 2 planktonic, 10 epipellic and 11 aerophilous.

Key words: streams, algae, Rhodophyta, Xanthophyceae, Cyanoprokaryota, Chlorophyta, Bacillariophyceae, new records, Valley of Mexico basin, Mexico.

Introducción

El llamado Valle de México, definido hidrográficamente, es una cuenca endorreica que ocupa una extensión de aproximadamente 9000 km², situada al sur de la altiplanicie mexicana y rodeada por montañas que forman parte del Eje Neovolcánico Transversal. Se localiza entre los paralelos 19° 02' y 20° 12' N y los meridianos 98° 28' y 99° 32' O. La cuenca limita al norte con la ciudad de Pachuca, al sur con el estado de Morelos, al este con el Estado de México y al oeste con los estados de Puebla y Tlaxcala. Sus altitudes varían entre los 2230 y 5450 m snm (Fig. 1). Fisiográficamente puede dividirse en dos partes: meridional y septentrional, ambas delimitadas por las sierras y elevaciones del relieve de la cuenca de México (Rzedowski y Calderón, 1979; INEGI, 1995 a, b, c). La cuenca recibe aportes pluviales de las sierras del Ajusco y de las Tres Cruces y del Eje Neovolcánico Transversal. A finales del siglo XVIII fue abierta artificialmente por el drenaje profundo en el Tajo de Nochixtongo, el cual se comunica con el río Tula y se continúa hasta el Pánuco (Mooser 1975; Vázquez y Jaimes 1989). La mayor parte de los ríos son de carácter torrencial.

La cuenca del Valle de México tiene larga historia como centro urbano de la porción norte del Valle (inicia con la capital Azteca, Tenochtitlán, en el siglo XIV); la hidrología de esta región incluye un excelente sistema acuífero y un buen número de manantiales. Las fuentes de recarga del agua subterránea en la cuenca se derivan, en gran medida, de las precipitaciones infiltradas y de la nieve derretida en las montañas y cerros que la rodean. En su estado natural, la cuenca tenía una serie de lagos, desde los de agua dulce en el extremo superior o sur, hasta los salados del extremo más bajo o norte, en los que se concentraba la sal por evaporación (Ezcurra, 1990).

En esa época, la extracción creciente de agua, combinada con los métodos artificiales de drenado del Valle, provocaron que muchos manantiales naturales se secaran, que los lagos menguaran y que el agua del subsuelo perdiera presión, con la subsecuente consolidación de las formaciones de arcilla lacustre sobre las que se asienta la ciudad de México (Suárez y Birrichaga, 1997).

Hay que resaltar que el entorno de estos sitios ha estado y continúa modificándose por el crecimiento urbano sin planificación, que trae como conse-



● Localidades de estudio

Fig. 1. Ubicación de las localidades de estudio.

cuenca la deforestación y erosión de suelos, desecación de lagos, pérdida de hábitats terrestres y acuáticos, sobreexplotación y agotamiento de acuíferos, así como cambios en el patrón hidrológico (CONABIO, 2002).

Los estudios de algas de agua dulce del Valle de México se remontan a finales del siglo XIX; el trabajo realizado por Peñafiel (1884, *in* Ortega 1984) proporciona información de las algas presentes en las aguas potables de la capital del país. En la segunda mitad del siglo XX han sido realizados por Sámano (1933, 1934, 1935, 1940), Sámano y Sokoloff (1931), Sokoloff (1933) y Salas (1963) trabajos relacionados con cuerpos de agua lénticos. Lo anterior nos muestra el abandono que han tenido en nuestro país los estudios referentes a grupos biológicos que viven en ríos y, particularmente, los de algas. En años recientes, se presentaron los primeros resultados para el conocimiento de las algas en el río La Magdalena, D.F. (Ramírez *et al.*, 2001; Ramírez, 2002). Por la gran ausencia de estudios, la referencia anterior sentó las bases para continuar con el trabajo en la región y presentar la flora algal encontrada.

La intención del presente estudio fue caracterizar las especies algales que se encuentran en los pocos ríos aún permanentes de la zona occidental de la cuenca del Valle de México, que son: La Magdalena, San Borja, Agua de los Leones, San Luis y Villa del Carbón, todos enmarcados en una zona templada del Valle de México.

Materiales y métodos

Se realizaron 23 recolectas en cinco corrientes de la cuenca del Valle de México, considerando el período de lluvias y el de secas y abarcando un total de siete localidades: río La Magdalena (2°, 4° dinamos y Camino Santa Teresa), río San Borja (Desierto de los Leones), río Agua de los Leones (Cruz Blanca), río San Luis (San Luis Ayucán) y río Villa del Carbón (Las Cascadas) (Cuadro 1). El clima predominante corresponde al templado subhúmedo, con heladas constantes en invierno y una temperatura media anual de 20 °C. La vegetación predominante es bosque de *Pinus rudis*, *P. montezumae* y *Quercus rugosa*, en suelos profundos y someros ocasionalmente muy pedregosos (Espinosa y Sarukhán, 1997).

En cada una de las localidades, con el fin de tener datos ambientales de las especies observadas y caracterizar la región fisicoquímicamente, se tomaron datos de conductividad, pH y temperatura con un conductímetro/potenciómetro Conductronic®. Los nutrientes se evaluaron mediante técnicas espectrofotométricas empleando un equipo Hach® DR 2000 (Cuadro 2). Cada localidad se ubicó con un GPS Gardmin®. En cada sitio se tomaron muestras de crecimientos algales visibles; en caso de crecimientos costrosos, se utilizó una navaja o un cepillo.

Las muestras se preservaron en formol al 4% para posteriormente ser incorporadas a la sección de ficología del herbario FCME de la Facultad de Ciencias, UNAM, con siglas: (MA) La Magdalena, (DL) Desierto de los Leones, (CB) Cruz Blanca, (SL) San Luis Ayucán y (VC) Villa del Carbón.

Para la observación de especies, se utilizaron microscopios compuestos con contraste de fase interdiferencial Reichert Zetopan®, equipados con sistema de fotografía y para algunas Bacillariophyceae se utilizó un microscopio electrónico de barrido (MEB) JEOL-JSM-5310LV. Para la limpieza de diatomeas se utilizó la técnica estándar de oxidación ácida y fueron montadas en Naphrax® (St. Clair y Rushforth, 1976, *in*: Rushforth *et al.* 1984).

En la determinación de especies se utilizaron las siguientes referencias: para Cyanoprokaryota, Desikachary (1959), Geitler (1930-1932), Anagnostidis y Komárek (1988), Komárek y Anagnostidis (1986, 1989, 1999), Gold-Morgan *et al.* (1994, 1996), Montejano (1998), Montejano *et al.* (1993, 1997) y Broady e Ingerfeld (1991); para Bacillariophyceae, Germain (1981), Hustedt (1927-1930, 1930, 1931-1959), Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b) y Patrick y Reimer (1966, 1975), bajo el esquema de Simonsen (1979); para Xanthophyceae, Ventakattamaran (1961); para Chlorophyta: Transeau (1951), Ramanathan (1964),

Cuadro 1. Descripción y ubicación de localidades

Localidad	Corriente	Ubicación geográfica		Altitud (msnm)	Estado	Delegación / Municipio	Vegetación	Observaciones
		LN	LC					
4° Dinamo	Río La Magdalena	19°16'	99°18'	3150	Distrito Federal	Magdalena Contreras	<i>Abies</i> sp., <i>Pinus</i> sp. y <i>Quercus</i> sp.	Arroyo permanente de 5.75-6.00 m de ancho
2° Dinamo	Río La Magdalena	19°19'	99°17'	2800	Distrito Federal	Magdalena Contreras	<i>Pinus</i> sp. y <i>Quercus</i> sp.	Río permanente de 4.98-5.50 m de ancho que proviene del 4° dinamo
Santa Teresa	Río La Magdalena	19°20'	99°16'	2510	Distrito Federal	Magdalena Contreras	Vegetación ruderal	Acumulación de basura en la orilla (del cauce)
Desierto de los Leones	Río San Borja	19°11'	99°18'	2800	Distrito Federal	Cuajimalpa	<i>Pinus</i> sp. y <i>Quercus</i> sp.	Río permanente de 5-8.5 m de ancho y 20-30 cm de profundidad
Cruz Blanca	Río Agua de Leones	19°18'	99°20'	3220	Distrito Federal	Cuajimalpa	<i>Abies</i> sp., <i>Pinus</i> sp. y <i>Quercus</i> sp.	Localidad bajo un puente, río permanente de 2-3.5 m de ancho
San Luis Ayucán	Río San Luis	19°29'	99°21'	2664	Estado de México	Jilozingo	<i>Quercus</i> sp.	Río cuya corriente pasa por la población de San Luis Ayucán y presenta desagües de materia orgánica provenientes de la población
Las Cascadas	Río Villa del Carbón	19°46'	99°30'	2227	Estado de México	Villa del Carbón	<i>Quercus</i> sp.	Corriente permanente de 4.5-6 m de ancho

Cuadro 2. Características fisicoquímicas de las localidades

Variables /Localidad	Secas						Lluvias							
	4o. dinamómetro	2o. dinamómetro	Sia. Teresa	Desierto de los Leonos	Cruz Blanca	San Luis Ayucán	Villa del Carbón	4o. dinamómetro	2o. dinamómetro	Sia. Teresa	Desierto de los Leonos	Cruz Blanca	San Luis Ayucán	Villa del Carbón
Temperatura (°C)	2.0-7.7	2-11.1	4.7	9.2-10.9	6-8	9-11.5	14-14.9	8.7-12.8	8.7-12.2	—	—	7-12	16.7	14.9
pH	5.8-7.7	5.8-7.8	6.8	6.7-7.5	6.5	6.7-9.4	6.9-7.0	6.3-8.7	6.3-8.7	—	—	6.4-7.0	6.6	7.0
Conductividad (µS cm ⁻¹)	99.4-155	99.4-155	99.1	60.3-72.5	58	77-86.8	55-80	40-102	40-102	—	—	33-39	79.5	76.9
Fosfatos mg l ⁻¹ (PO ₄)	0.69	0.2	2.19	0.26	0.26	0.30-0.78	2.75	—	—	—	—	—	0.28	0.28
Silicatos mg l ⁻¹ (SiO ₄)	1.76	32.1	50.5	—	1.76	0.67	1.46	—	—	—	—	—	0	0
Cloro mg l ⁻¹ (Cl)	0	—	—	0.02	0.05	0.09-0.12	0.04	—	—	—	—	0.01	0.10	0.06
Dureza-Mg mg l ⁻¹ (CaCO ₃)	0.68	0.80	0.76	2.80	3.21	2.45-2.63	2.71	—	—	—	—	4.00	3.18	2.75
Dureza-Ca mg l ⁻¹ (CaCO ₃)	0	0.01	0.01	4.15	0.96	0	0	—	—	—	—	0	0	0
Nitrosos mg l ⁻¹ (NO ₂ -N)	0.66	0.7	6.2	0.44	1.23	0.19-0.43	0.26	—	—	—	—	0.44	0.41	0.18
Nitrosos mg l ⁻¹ (NO ₃ -N)	0.019	0.039	—	0.004	0.02	0.026-0.059	0.0090	—	—	—	—	0.006	0.023	0.004
Sulfatos mg l ⁻¹ (SO ₄)	12	11.0	44.0	5.0	1	1-8.0	1	—	—	—	—	0	0	0

— sin determinar

Cuadro 3. Continuación.

Taxa	Secas						Lluvias						Referencias para México	
	4 ^o diámetro	7 ^o diámetro	Santa Teresa	Desierto de los Llanos	Cruz Blanca	San Luis Avalos	Vila del Carbon	4 ^o diámetro	7 ^o diámetro	Santa Teresa	Desierto de los Llanos	Cruz Blanca		San Luis Avalos
BACILLARIOPHYCEAE														
<i>Achnanthes exigua</i>														M (12), Me (16, 1, 16, 2), E (2, 3), G (27, 1, 27, 2), Mo (28, 1), P (6), D (22, 1)
<i>Achnanthes hungarica</i>														Me (16, 1, 16, 2, 16, 4, 16, 5), E (2, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Achnanthes infata</i>	**													P (1, 2, 6, 19, 2), S (5, 1, 4, 3, 4, 5), O (27, 2), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Achnanthes lanceolata</i>														Me (14, 16, 1, 16, 2), O (27, 1), Mo (28, 2), P (6, 13, 2, 19, 2), E (2, 3), G (10), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Achnanthes minutissimum</i>														Me (16, 1, 16, 2), P (1, 2, 13, 1, 6, 13, 2), G (6), S (4, 3), Mo (28, 2), E (2, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Amphora communata</i>	**					**								Me (1, 16, 1, 16, 2), O (27, 2), P (19, 2), V (22, 2)
<i>Amphora montana</i>														Mo (28, 2), P (19, 2), G (10), 16 (6), M (16, 6), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Aulacoseira granulata</i>														S (4, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Aulacoseira italica</i>														E (2, 2), Me (16, 1, 16, 2), Mo (28, 1, 28, 2), P (1, 1, 15, 2, 6, 19, 2), S (4, 3), G (10), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Berkella linearis</i>														Jl (20), P (6, 19, 2), G (10), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Coloneis bacillum</i>	**					**								M (20), Me (16, 2, 16, 3), O (27, 1, 27, 2), P (13, 19, 2), S (5, 1, 4, 3), Va (22, 2)
<i>Coloneis silicula</i>														M (12), T (21), E (2, 1, 2, 2, 3, 3), Me (14, 16, 1, 16, 2, 16, 4, 16, 5), H (20), Y (24), Mo (28, 1, 28, 2), P (18, 13, 1, 1), 6, 19, 1, 19, 2, 19, 2), O (27, 1), S (4, 1), M (2, 3, 4, 4, 4, 4), G (10), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Cocconeis placenticola</i> var <i>egyptia</i>														1, 13, 2), M (12, 16, 6), Va (6, 32, 2), D (22, 1), H (20), Y (23), Me (16, 1, 16, 2, 16, 5), G (10), 16 (6), S (4, 1, 4, 2, 4, 4, 4), Mo (28, 1, 28, 2, 28, 3), P (6, 19, 2), P (19, 2), Va (22, 2)
<i>Cocconeis placenticola</i> var <i>linearis</i>														Me (14), O (27, 2), P (19, 2), D (22, 1)
<i>Cyclotella meneghiniana</i>														1, 2), H (20), Y (23), Mo (16, 1, 16, 2), S (4, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Cyclotella ocellata</i>														1, 2), H (20), Y (23), Mo (16, 1, 16, 2), S (4, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Cymbella amphicarpa</i>														1, 2), H (20), Y (23), Mo (16, 1, 16, 2), S (4, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Cymbella kippoveros</i>														1, 2), H (20), Y (23), Mo (16, 1, 16, 2), S (4, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Cymbella metusana</i>														1, 2), H (20), Y (23), Mo (16, 1, 16, 2), S (4, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Cymbella mesivulvarmis</i>														1, 2), H (20), Y (23), Mo (16, 1, 16, 2), S (4, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Cymbella norvegica</i>														1, 2), H (20), Y (23), Mo (16, 1, 16, 2), S (4, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Cymbella silicula</i>														1, 2), H (20), Y (23), Mo (16, 1, 16, 2), S (4, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Cymbella lamula</i>														1, 2), H (20), Y (23), Mo (16, 1, 16, 2), S (4, 3), D (22, 1), Va (22, 2)
<i>Diatoma mesodon</i>														1, 2), H (20), Y (23), Mo (16, 1, 16, 2), S (4, 3), D (22, 1), Va (22, 2)

Cuadro 3. Continuación.

Taxa	Secas					Lluvias					Referencias para México				
	nº diurno	2º diurno	Santa Teresa	Desierto de los Leones	Cruz Blanca	San Luis Atoyac	Vila del Carbon	nº diurno	2º diurno	Santa Teresa		Desierto de los Leones	Cruz Blanca	San Luis Atoyac	Vila del Carbon
<i>Synedra ulna</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	V4, (9, 22, 23), D, (22, 1), E, (2, 3), O, (8, 27, 1, 27, 2, 20), C, (20), G, (20), J, (20), M, (20), H, (20), P, (20, 1, 1, 2), M, C, (1, 16, 2), S, (4, 1, 4, 2, 4, 3); M6 (28, 1), Y, (24)
	83	63	26	47	33	37	47	69	52	—	—	38	24	36	

• Presencia

• Crecimientos algales visibles

▪ Especies exclusivas por época del año en cada localidad

— Sin registro de colecta

Estados: (C) Coahuila; (D) Distrito Federal; (E) Estado de México; (G) Guanajuato; (H) Hidalgo; (J) Jalisco; (M) Michoacán; (Mc) México central; (Mo) Morelos; (O) Oaxaca; (P) Puebla; (S) San Luis Potosí; (T) Tlaxcala; (Va) Valle de México; (Vc) Veracruz; (Y) Yucatán.

Autores: (1.1) Ávila 1985; (1.2) Ávila 1989; (2.1) Bradbury 1970; (2.2) Bradbury 1971; (3.1) Caballero *et al.* 2001; (3.2) Caballero y Ortega 1998; (4.1) Cantoral 1990; (4.2) Cantoral 1995; (4.3) Cantoral 1997; (4.5) Cantoral-Uriza *et al.* 1997; (5.1) Carmona 1993; (5.2) Carmona 1997; (5.3) Carmona y Necchi 2002; (6) Cuesta 1993; (7) Ehrenberg 1870; (8) Figueroa 1984; (9) Flores-Fuizmann 1973; (10) García 1997; (11) Hernández-Becerril y Tapia 1987; (12) Hutchinson *et al.* 1956; (13.1) Ibarra 1992; (13.2) Ibarra y Novelo 1997; (14) Kusel-Fuizmann 1973; (15) Mendoza-González 1985; (16.1) Metcalfe 1985; (16.2) Metcalfe 1988; (16.3) Metcalfe y Harrison 1984; (16.4) Metcalfe *et al.* 1991; (16.5) Metcalfe 1992-1993; (16.6) Metcalfe y O'Hara 1992; (17) Montejano *et al.* 1993; (18) Navarro 1988; (19.1) Novelo 1985; (19.2) Novelo 1998; (20) Ortega 1984; (21) Quimiana 1961; (22.1) Ramírez *et al.* 2001; (22.2) Ramírez 2002; (23.1) Sámano 1993; (23.2) Sámano 1948; (24) Sánchez 1985; (25) Sánchez-Rodríguez y Huerta 1969; (26) Sugtara *et al.* 1994; (27.1) Tavera y González-González 1990; (27.2) Tavera *et al.* 1994; (27.3) Tavera *et al.* 2000; (28.1) Valdez 1992; (28.2) Valdez 1998; (28.3) Valdez *et al.* 1996; (29) Vis y Sheath 1992.

Philipose (1967), Prescott *et al.* (1975) y Novelo (1998), bajo el esquema de clasificación propuesto por Hoek *et al.* 1995; para Rhodophyta, Carmona (1997) y Vis y Sheath (1992).

La información para cada especie se presenta en el orden siguiente: i) descripción de cada taxon incluyendo morfometría y en algunos casos observaciones taxonómicas o ecológicas; ii) formas de vida (Round, 1984) y ambientes, y iii) número de muestra. En el cuadro 3 se presentan las referencias para México, con clave en una columna y las citas al final del cuadro.

Resultados

De un total de 310 muestras se determinaron 97 especies, de las cuales Rhodophyta y Xanthophyceae presentaron 2 (2 %) especies cada uno, Cyanoprokaryota 8 (8 %), Chlorophyta 15 (15 %) y Bacillariophyceae 70 (72 %) (Cuadro 3). Se citan cinco nuevos registros para México (señaladas •). No se determinaron 19 taxa por diferentes problemas que se mencionan en cada caso.

Bacillariophyceae es la clase con la mayor riqueza de especies; sin embargo, los principales crecimientos visibles en las localidades se conformaron por representantes de Cyanoprokaryota, Chlorophyta, Rhodophyta y Xanthophyceae. La especie que presentó la distribución más amplia fue *Prasiola mexicana* J. Agardh (Chlorophyta) que estuvo presente en todas las corrientes estudiadas y en los dos períodos.

Respecto a las formas de vida dentro del componente de la flora se encontraron 17 epífitas, 57 perifíticas, 18 metafiticas, 65 epilíticas, 2 planctónicas y 10 epipélicas. Se presentaron 11 subaéreas, 54 en zona de deslizamiento, 30 en remanso y 1 en turbulencia.

De los 97 taxa determinados, el mayor número de especies se registró en La Magdalena con 84 (86 %); el 4° dinamo presenta 83 (96 %), el 2° dinamo 52 (62 %) y Santa Teresa 21 (25%); Villa del Carbón (las Cascadas) con 49 (50 %); Río San Borja (Desierto de los Leones) con 47 (48 %); Agua de los Leones (Cruz Blanca) con 44 (45 %) y San Luis (San Luis Ayucán) con 41 (42 %) (Cuadro 3).

El grupo taxonómico mejor distribuido en las cinco corrientes fue Bacillariophyceae con un mayor número de especies en la corriente de La Magdalena y el menor en San Luis Ayucán; los géneros con mayor número de especies fueron *Achnanthes*, *Cymbella*, *Navicula*, *Gomphonema* y *Nitzschia*.

Descripción de especies

División CYANOPROKARYOTA

Clase CYANOPHYCEAE

Orden CHROOCOCCALES

Familia MERISMOPEDIACEAE

Mantellum sp. (Fig. 2, A)

Células esféricas a ligeramente ovaladas arregladas en un plano, solitarias o en grupos, de 2.2-3.9 μm de diámetro. Contenido celular homogéneo. Forman grandes agregados en los sustratos observados.

En Europa se ha citado una especie marina de este género; dos fuera de Europa (Himalaya, Nepal, México), ambas en aguas continentales (Komárek y Anagnostidis, 1999), pero ninguna coincide con el conjunto de caracteres, ni morfológicos ni ambientales, por lo que decidimos no asignarle hasta el momento un epíteto específico.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epífita y sobre plástico, remanso.

Número de muestra: MA 52, 54.

Familia XENOCOCCACEAE

Myxorsarcina sp. (Fig. 2, B)

Colonias de 25 μm de diámetro, con más de 32 células. Paquetes celulares envueltos por una vaina delgada, firme e hialina, de 1.0-1.5 μm . Células negras o gris azul-verdoso, contenido homogéneo, de 4.5-6.5 μm de diámetro. Baecitos de 4-8 en número.

Se han citado dos especies de este género en Europa, una es marina y otra de aguas continentales; alrededor de ocho especies citadas fuera de Europa (India, EUA, Sudáfrica, Indonesia, Puerto Rico) (Komárek y Anagnostidis, 1999), pero ninguna coincide con el conjunto de caracteres, por lo que decidimos no asignarle hasta el momento un epíteto específico.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epífita, subaérea.

Número de muestras: MA 49.

Xenococcus sp. (Fig. 2, C)

Células sésiles, más o menos hemisféricas, en agregados que crecen en una capa paralela al sustrato. Células con contenido celular homogéneo o finamente granuloso. Vaina incolora. Células de 3.9-10.5 μm de diámetro, 4.9-13.0 μm de largo; nanocitos 2.0-4.1 μm de diámetro.

Se han citado ocho especies de este género en Europa, seis son marinas y dos en agua dulce; 18 especies citadas fuera de Europa (Japón, México, California, Antillas, Chile, India, Rusia, Islas Galápagos, Alaska, China, Puerto Rico, Gabón, Yellowstone) de las cuales diez son marinas y ocho de aguas continentales (Komárek

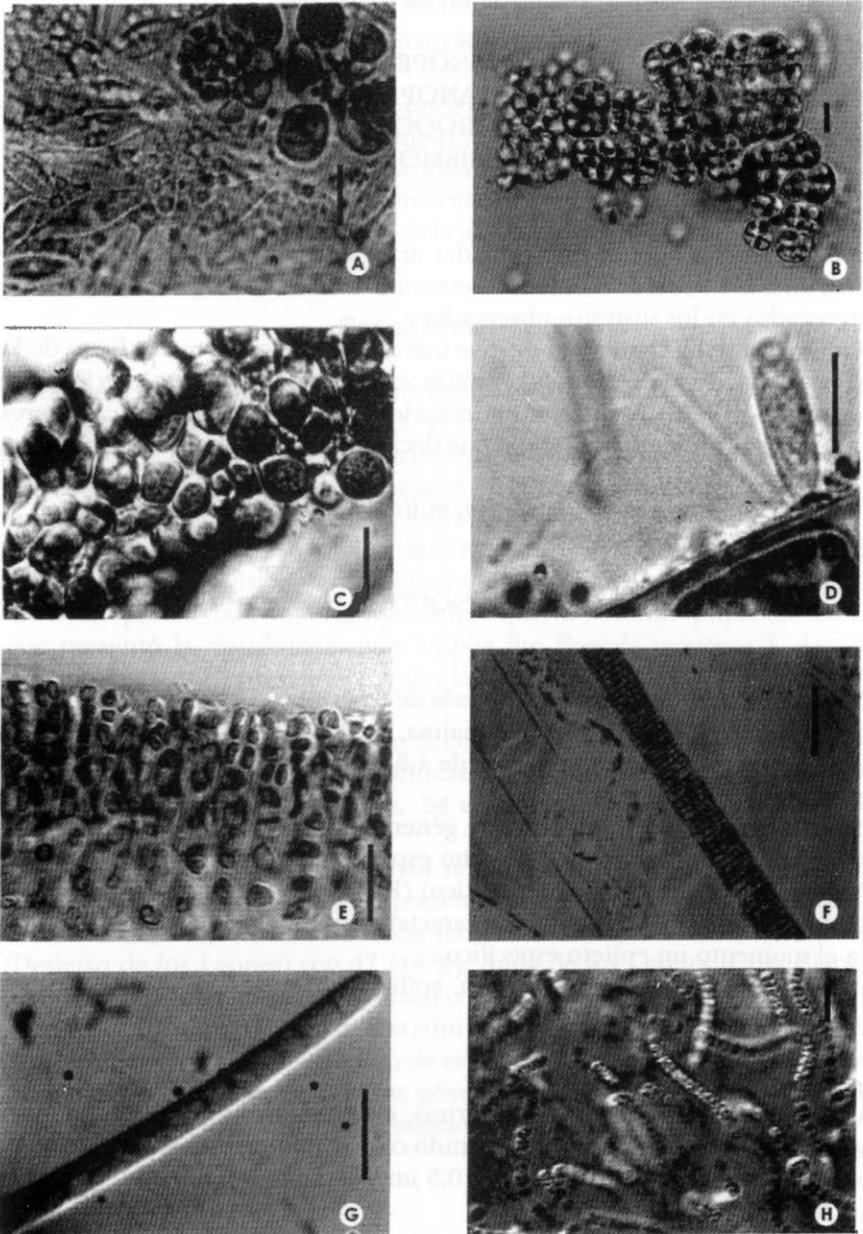


Fig. 2. A) *Mantellum* sp.; B) *Myxosarcina* sp.; C) *Xenococcus* sp.; D) *Chamaesiphon* cf. *confervicolus*; E) *Placoma regulare* (corte longitudinal); F) *Oscillatoria limosa*; G) *Phormidium retzii*; H) *Nostoc* sp. Barra 10 μm ; * 5 μm .

y *Anagnostidis*, 1999), pero ninguna coincide con el conjunto de caracteres, ni morfológicos ni ambientales. Las especies mexicanas son tres; dos para ambientes tropicales con temperaturas arriba de 25 °C y una para aguas ligeramente salinas en el Lago de Alchichica. Ambientalmente son contrastantes con las condiciones de temperaturas no mayores a 15 °C en los ríos de la cuenca del Valle de México. Por lo anterior, no se asignó epíteto específico.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epífita, deslizamiento.

Número de muestra: MA 5, 52.

Familia CHAMAESIPHONACEAE

Chamaesiphon cf. *confervicolus* A. Braun (Fig. 2, D)

Filamentos claviformes, células de 2.0-2.5 μm de diámetro, 3.0-5.0 μm de largo. Contenido celular homogéneo; vaina hialina, delgada. Uno o dos nanocitos por célula.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epífita y sobre plástico, deslizamiento.

Número de muestra: MA 5, 52; DL 13; SL 6, 13, 17, 22, 23, 24; VC 1, 12, 15, 16, 21, 25.

Familia ENTOPHYSALIDACEAE

• *Placoma regulare* Broady et Ingerfeld (Fig. 2, E)

Talo globoso irregular de 0.7-0.9 cm de color pardo, de apariencia mucilaginoso sumergido a 3-6 cm de profundidad. El crecimiento es concéntrico, diámetro de las células del centro de 30.3-35.0 μm . Células de la periferia más pequeñas que el resto de 27.7-29.5 μm de diámetro.

Formas de vida y ambientes: epilítica, deslizamiento

Número de muestra: MA 142, 153, 155; CB 9, 34, 70.

Orden OSCILLATORIALES Familia OSCILLATORIACEAE

Oscillatoria limosa C. Agardh (Fig. 2, F)

Células de 8.1-15.8 μm de diámetro de 4.5-5.6 μm largo, contenido celular fino granuloso, con gránulos evidentes en los septos. Célula apical redondeada con ligero engrosamiento en la pared.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, remanso; crecimiento visible.

Número de muestra: MA 8, 14, 107, 120, 160, 164; CB 7, 49, 66; SL 8, 9, 19; VC 6, 20.

Phormidium retzii (C. Agardh) Kützing (Fig. 2, G)

Matas de filamentos de color negro. Filamentos de 10.0-11.8 μm de largo, tricomas con vaina. Células de 7.3-8.6 μm de diámetro y de 6.4-7.3 μm de largo, vaina delgada de 1.5-2.2 μm contenido celular granuloso. Célula apical redondeada.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, remanso.

Número de muestra: MA 14; DL 12; CB 49.

Orden NOSTOCALES
Familia SCYTONEMATACEAE

Scytonema sp. (Fig. 6, D)

Filamentos de color verde azulado de 16.21-22.15 μm de diámetro. Células de 9.3-12.3 μm de diámetro y 11.8-16.1 μm de longitud; presenta una vaina muy gruesa lamelada y heterocitos cilíndricos de 12.3-14.7 μm de diámetro y 8.9-10.3 μm de longitud.

Actualmente, el género aún presenta problemas taxonómicos. La cantidad de especies en este género es grande. Por lo anterior, no se asignó un epíteto específico.

Formas de vida y ambientes: epilítica.

Número de muestra: MA 19.

Familia NOSTOCACEAE

Nostoc sp. (Fig. 2, H)

Talo globoso de color negro. Filamentos embebidos en una vaina gelatinosa. Diámetro de la colonia 72.3-76.2 μm , células redondeadas de 3.5-5.8 μm de largo y 4.2-5.1 μm con presencia de heterocitos intercalares esféricos de 3.8-5.9 μm de diámetro. Acinetos de 4.8-6.4 μm de diámetro. Los filamentos no presentan una orientación definida.

El género *Nostoc* es un grupo heterogéneo ampliamente distribuido en todo el mundo y con problemas taxonómicos que aún no han sido resueltos; por ello, no se asignó un epíteto específico.

Formas de vida y ambientes: epilítica, deslizamiento.

Número de muestra: MA 27, 29, 117, 153, 164; CB 9, 22, 37, 45, 57, 63.

División CHLOROPHYTA
Clase CHLOROPHYCEAE
Orden VOLVOCALES
Familia CHLAMYDOMONADACEAE

Chlamydomonas sp. (Fig. 3, A)

Células solitarias de vida libre de forma regular, ovoides con dos flagelos. No se aprecian estigmas. Células de 10.05-14.2 μm de largo y 6.7-12.3 μm de ancho. Cloroplasto en forma de copa con un pirenoide, las vacuolas contráctiles no se observaron (material fijado).

Las especies de este género requieren un trabajo intensivo de cultivos para conformar sus historias de vida, en especial en regiones tropicales; en este caso, con carácter templado por las condiciones particulares de la cuenca, lo que será una etapa posterior al presente estudio, con el fin de establecer los caracteres óptimos para su determinación. En la localidad, su presencia es ocasional en la época de sequía debido a su naturaleza pláncica.

Formas de vida y ambientes: perifíticas.

Número de muestra: DL 6.

Orden CHLOROCOCCALES
Familia CHLOROCOCCACEAE

Chlorococcum sp. (Fig. 3, B)

Células solitarias, esféricas a elipsoidales contenidas en un mucílago. El cloroplasto es parietal con un pirenoide. Células de 9.1-10.8 μm de diámetro.

Las especies de este género, al igual que el anterior, requieren un trabajo intensivo de cultivos para conformar sus historias de vida, que será una etapa posterior al presente estudio, con el fin de establecer los caracteres óptimos para su determinación.

Formas de vida y ambientes: epífita, subaérea.

Número de muestra: MA 151.

Orden CHLORELLALES
Familia SCENEDESMACEAE

Scenedesmus armatus Chodat (Fig. 3, C)

Cenobios de 12.5-17.5 μm de largo, 3.5-11.5 μm de ancho; células de 3.5-4.6 μm de diámetro, con un pirenoide evidente por célula. Células de los extremos con espinas en ambos polos.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epipélica, estanque.

Número de muestra: MA 81.

Orden OEDOGONIALES
Familia OEDOGONIACEAE

Oedogonium sp. (Fig. 3, D-E)

Talo de 9.0-15.0 cm de longitud. Filamentos uniseriados. La célula basal se asemeja a un rizoide. Células cilíndricas de 36.0-68.3 μm de largo; ancho del filamento es de 21.6-56.2 μm . El cloroplasto es reticulado parietal con varios pirenoides, más de seis. Se observan anillos de crecimientos en el talo de 4-6. La célula apical es redondeada.

Existe una gran diversidad de especies de este género en el mundo, particularmente para regiones templadas se han determinado la gran mayoría de ellas. Para

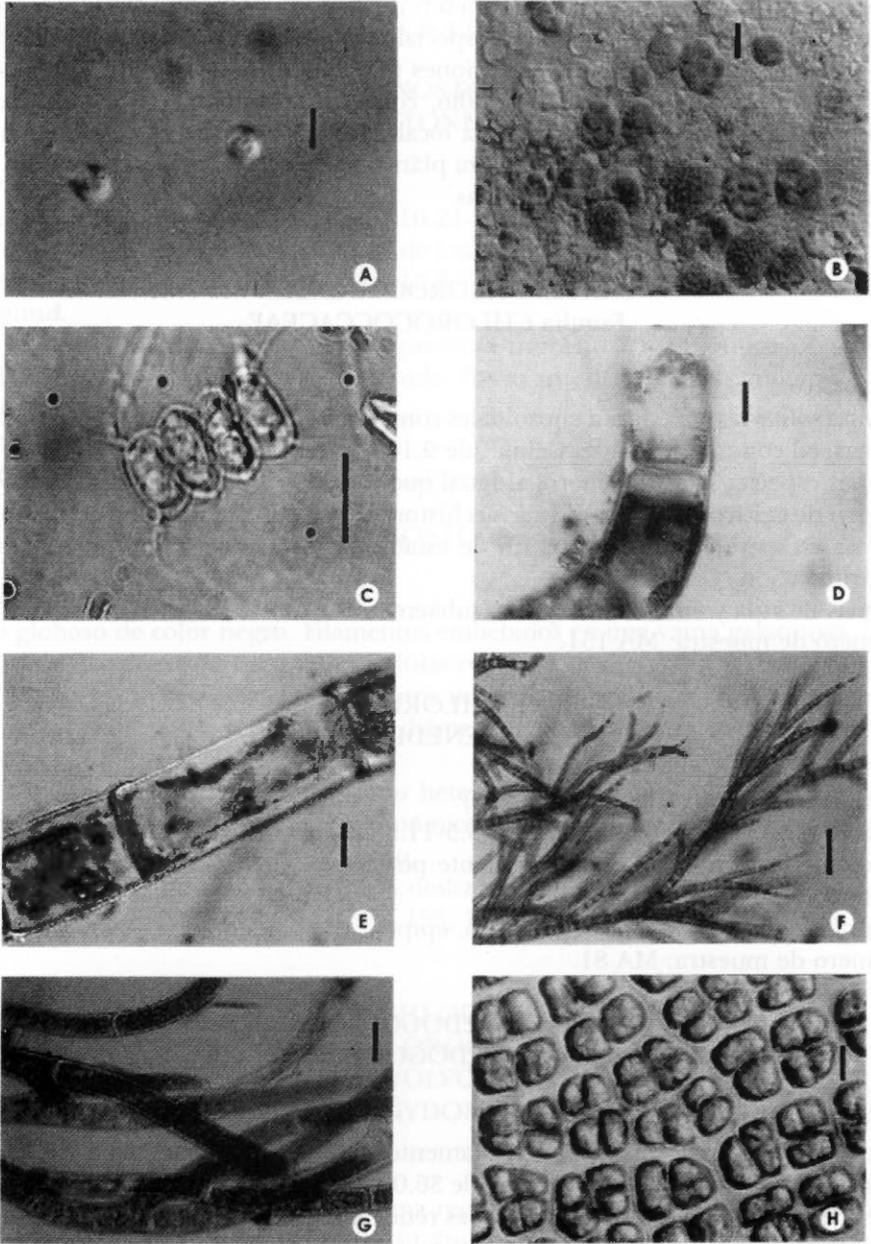


Fig. 3. A) *Chlamydomonas* sp.*; B) *Chlorococcum* sp.*; C) *Scenedesmus armatus*; D-E) *Oedogonium* sp.; F) *Stigeoclonium* sp.; G) *Cladophora* sp.; H) *Prasiola mexicana* (vista superficial). Barra 10 μ m; * 5 μ m.

determinar a nivel de especie, son necesarios caracteres que se presentan en diferentes etapas de su historia de vida; para ello, se requiere que al coleccionar se encuentren los caracteres (presencia de estructuras reproductoras) o bien expresarlos a través de cultivos, que es preciso desarrollar en el futuro. Por lo anterior, no fue posible asignar un epíteto específico.

Formas de vida y ambientes: epífita, en deslizamiento.

Número de muestra: MA 48, 50, 126, 127, 130, 154, 159, 163; DL 11, 14; CB 55, 66; SL 1, 2, 4, 13, 17, 22, 23, 24; VC 21, 25.

Orden CHAETOPHORALES
Familia CHAETOPHORACEAE

Stigeoclonium sp. (Fig. 3, F)

Mechones de filamentos de 0.8-1.0 cm, uniseriados irregularmente ramificados. Las células tienen un cloroplasto parietal con un pirenoide. La forma de las células del eje cilíndricas. Células de 10.6-20.1 μm de largo y 7.1-13.0 μm m de ancho. Las ramas de 82.7-132.1 μm . Células apicales agudas hasta terminar en un pelo.

Presenta el mismo problema que las especies de *Oedogonium*.

Formas de vida y ambientes: epilítico, salpicadura con flujo laminar, iluminado.

Número de muestra: VC 9, 13, 20, 25.

Clase ULVOPHYCEAE
Orden CLADOPHORALES
Familia CLADOPHORACEAE

Cladophora sp. (Fig. 3, G)

Talo verde formando matas de 1.7-2.5 cm, entremezclado, bentónicos. Filamentos uniseriados con ramificaciones. La célula basal es modificada como zona de fijación. Las formas de las células son cilíndricas de 105.9-222.9 μm de largo; el ancho del filamento es de 31.9-58.4 μm . Las ramas están bifurcadas, tienen una dimensión de 132.0-178.3 μm de largo y de 31.7-51.3 μm de ancho. Células apicales de 140.6-169.8 μm de largo y de 32.4-50.7 μm de ancho. Estructuras reproductivas ausentes.

Las especies de este género requieren un trabajo intensivo para su determinación; hoy día existen pocos especialistas en este orden. En México, se tiene un estudio muy detallado de las especies de la Huasteca Potosina (Meave del Castillo, 1997), pero son ambientalmente diferentes, con una fisicoquímica que determina regiones distintas.

Formas de vida y ambientes: metafitica, epilítica.

Número de muestra: VC 1, 12, 15, 16, 25.

Orden ULVALES
Familia PRASIOACEAE

Prasiola mexicana J. Agardh (Fig. 3, H; Fig. 4, A-B)

Talos laminares monostromáticos de color verde oscuro, de 0.6-15.0 cm de altura; el ancho del talo varía según la población de 0.8-5.0 cm. Superficie lisa o corrugada. El talo crece a partir de un rizoide, donde las células presentan formas irregulares de 40.3-72.8 μm de largo y de 33.1-39.0 μm de ancho y llegan así a obtener su forma regular. La lámina se forma a partir de células dispuestas en tétradas y margen firme. Son células uninucleadas con cloroplasto estrellado y un pirenoide central. Dimensiones de las células de 6.4-15.1 μm de largo y de 9.1-15.7 μm de ancho.

Formas de vida y ambientes: epilítica, deslizamiento y rara en remansos, desde la interfase hasta 50 cm de profundidad; crecimiento visible.

Número de muestras: MA 1, 3, 4, 9, 12, 26, 27, 29, 36, 39, 43, 45, 49, 56, 72, 85, 87, 92, 94, 95, 102, 121, 123, 129, 143, 152, 154; DL 3, 14, 17, 18, 26; CB 5, 6, 12, 32, 33, 38, 55, 61; SL 10, 12, 24; VC 17, 21, 22, 24.

Orden CODIOLALES
Familia ULOTHRIXACEAE

Ulothrix sp. (Fig. 4, C-D)

Talo de 15.0 cm, crecimiento en matas mucilaginoso. Filamentos simples no ramificados con presencia de rizoides, la célula basal modificada del resto de las células. Células del filamento cilíndricas de pared delgada de 25.3-50.4 μm . Células de 20.4-44.4 μm de ancho y 11.1-18.9 μm de largo. Cloroplasto simple parietal, que rodea tres cuartos de la célula, con aspecto de brazaletes; 2-5 pirenoides. No se aprecian estructuras de reproducción.

La ausencia de estructuras reproductoras dificulta la determinación, por lo que se requieren estudios de historias de vida y caracterización ambiental.

Formas de vida y ambientes: epilítica, metafítica, deslizamiento, subaérea, iluminación alta.

Número de muestra: MA 11, 22, 37, 45, 49, 96, 104, 110, 119, 141, 146, 147, 148, 150, 154; CB 54, 55, 66; VC 1, 20.

Clase CHAROPHYCEAE
Orden ZYGNEMATALES
Familia ZYGNEMATACEAE

Mougeotia sp. (Fig. 4, E)

Filamentos cilíndricos, uniseriados con paredes delgadas. Con un cloroplasto laminar axial en posición central, con 4-8 pirenoides. Células de 98.0-127.0 μm de

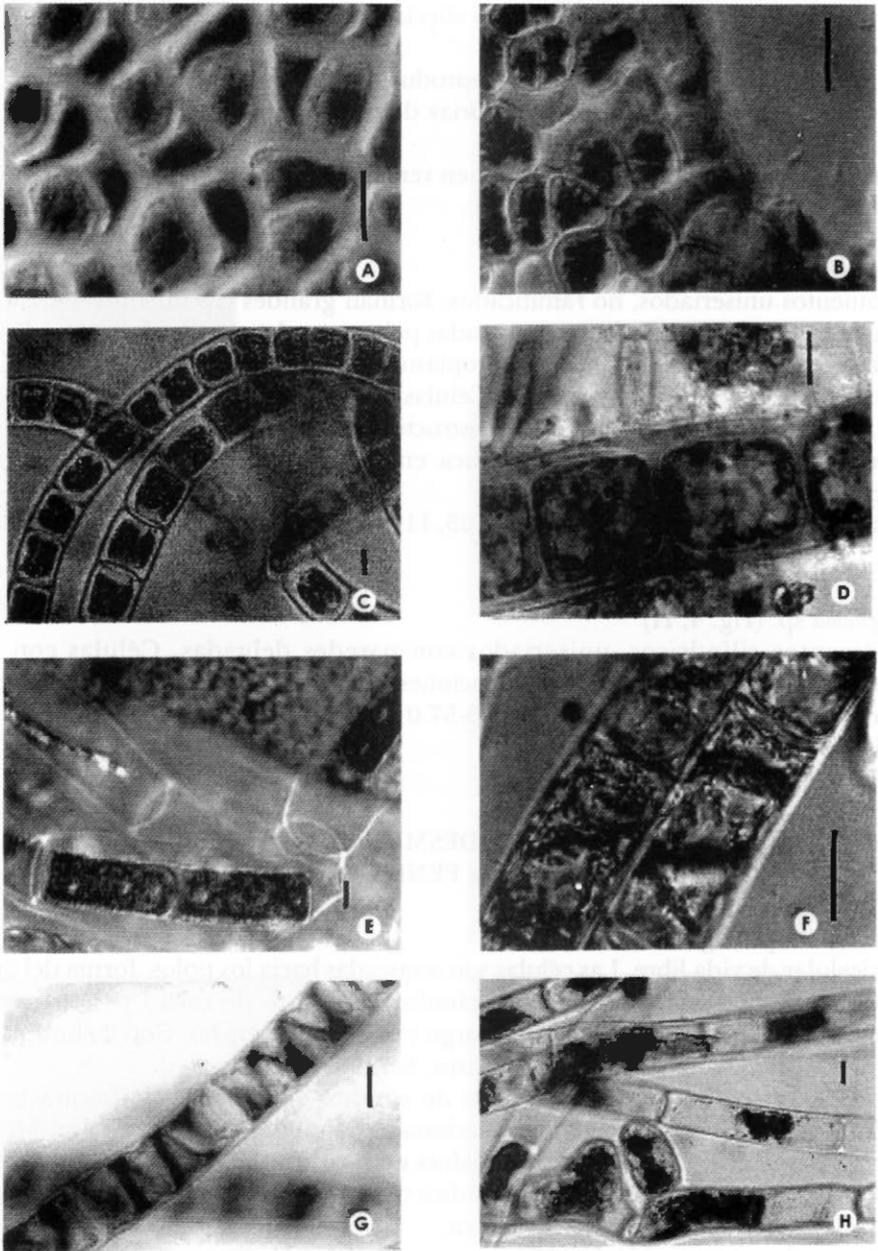


Fig. 4. A-B) *Prasiola mexicana* (detalle del arreglo celular); C-D) *Ulothrix* sp.; E) *Mougeotia* sp.; F-G) *Spyrogira* sp.; H) *Zygnema* sp. Barra 10 μ m.

largo y 16.0-24.0 μm de ancho. Septo elíptico. No presentan estructuras de reproducción.

La ausencia de estructuras reproductoras dificulta la determinación, por lo que se requieren estudios de historias de vida y caracterización ambiental en todos los géneros de Zygnematales.

Formas de vida y ambientes: epilítica en remanso.

Número de muestra: MA 22, 24.

Spyrogira sp. (Fig. 4, F-G)

Filamentos uniseriados, no ramificados. Forman grandes crecimientos de 7.0-9.0 cm de largo. Células cilíndricas separadas por septos. La pared celular es delgada, márgenes del cloroplasto lisos. El cloroplasto en forma de listón helicoidal-parietal con 6-8 pirenoides, de 3-3 ½ giros. Células de 63.5-104.2 μm de largo y de 22.5-32.5 μm de ancho. No se presentan estructuras de reproducción.

Formas de vida y ambientes: epilítica en salpicadura, subaérea, sombreado, metaftica.

Número de muestra: MA 16, 28, 44, 105, 110, 135, 140, 149, 151, 158, 163; CB 55; SL 13, 21.

Zygnema sp. (Fig. 4, H)

Filamentos cilíndricos, uniseriados con paredes delgadas. Células con dos cloroplastos estrellados con prolongaciones, más o menos regulares presentando al centro un pirenoide. Largo de 39.0-57.0 μm y ancho de 14.0-20.0 μm .

Datos ecológicos: epilítica.

Número de muestra: MA 119.

Orden DESMIDIALES

Familia PENIACEAE

Closterium sp. (Fig. 5, A)

Unicelular de vida libre. Las células son arqueadas hacia los polos, forma del ápice agudo; se observan vacuolas con gránulos de sulfato de calcio y movimientos brownianos. Célula de 133.0 μm de largo y 24.9 μm de ancho. Con 2 cloroplastos parietales y 4 pirenoides por cloroplasto. Sin estrías de la pared.

El grupo de Desmidiáles requiere de estudios taxonómicos y de caracterización ambiental, su presencia está relacionada con aguas oligotróficas; en México este grupo ha sido poco trabajado; habita en lagos y ambientes lénticos en general. Su presencia en los ríos es esporádica y particularmente en época de sequía.

Formas de vida y ambientes: metaftica.

Número de muestra: MA 6, 136.

Penium spinospermum Joshua (Fig. 5, B)

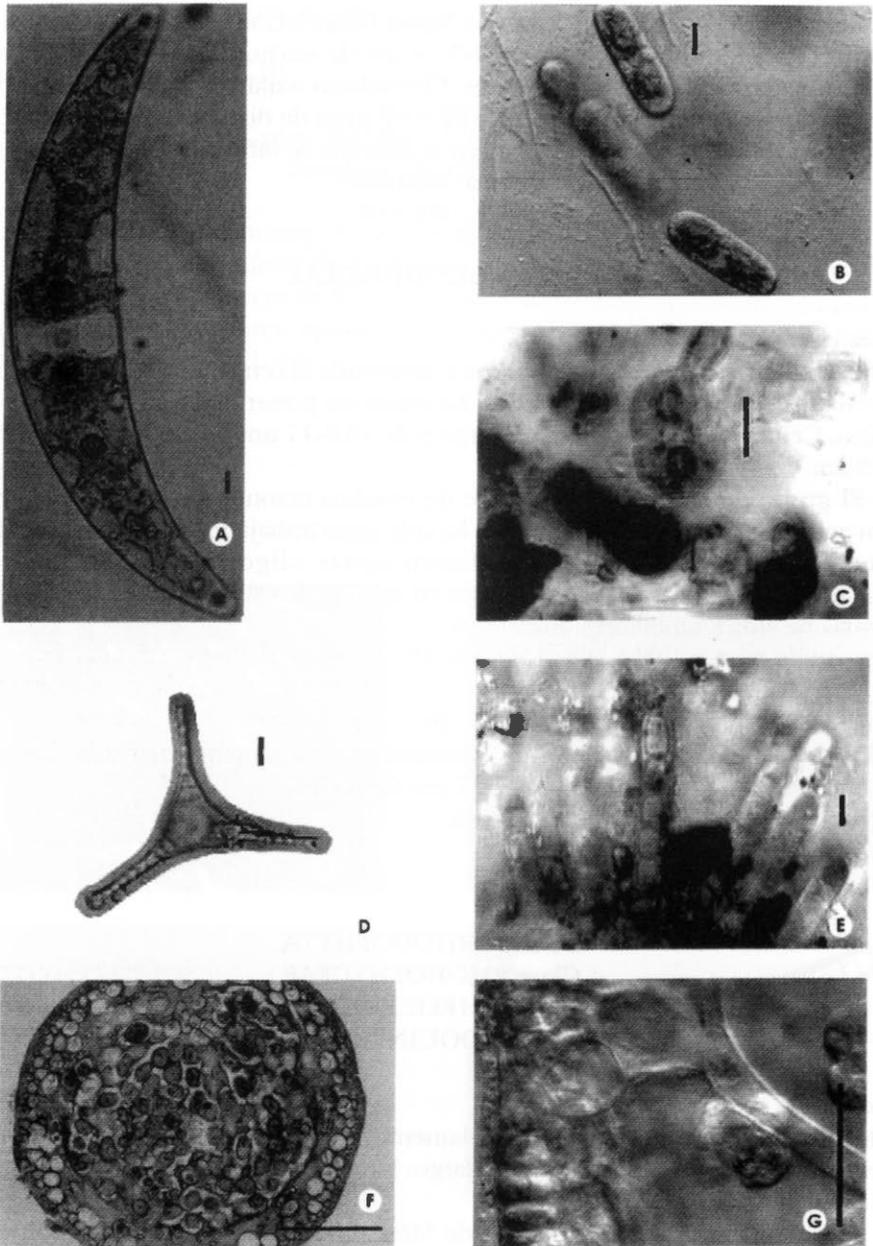


Fig. 5. A) *Closterium* sp.*; B) *Penium spinospermum*; C) *Cosmarium* sp.; D) *Staurastrum orbiculare*; E) *Audouinella* sp. ; F) *Paralemanea mexicana* (corte transversal) G) *Paralemanea mexicana* ? (detalle corte longitudinal). Barra 10 μm , *5 μm , •50 μm .

Células elípticas o cilíndricas con una ligera constricción media y ápices redondeados, 25.5-42.9 μm de largo, 18.7-31.8 μm de ancho. Pared estriada, hileras longitudinales punteadas consistentes. Cloroplasto axial con un pirenoide central. Zigosporas esféricas o cúbicas de 22.6-37.5 μm de diámetro incluidas las proyecciones; cubiertas con espinas que en el extremo se bifurcan.

Formas de vida y ambientes: perifítica, subaérea

Número de muestra: MA 49, 67, 108, 109, 110.

Familia DESMIDIACEAE

Cosmarium sp. (Fig. 5, C)

Células solitarias de forma elíptica, con constricción al centro. Con dos cloroplastos estrellados con múltiples pirenoides. La célula no presenta ornamentaciones (espinas). Célula de 28.4-32.3 μm de largo y de 16.5-17 μm de ancho; istmo de 15-15.3 μm .

El grupo de Desmidiales requiere de estudios taxonómicos y de caracterización ambiental; este grupo en México ha sido poco trabajado, su presencia es igual que *Closterium*. Las especies prefieren aguas oligotróficas con mediana conductividad, similares a las presentes en los ríos de este estudio.

Formas de vida y ambientes: metafítica.

Número de muestra: MA 144, 155; DL 18; VC 8.

● *Staurastrum orbiculare* Meyen (Fig. 5, D)

Células solitarias separadas por una constricción más o menos marcada. Las células de 28.4-32.3 μm de largo y 16.5-17 μm de ancho.

Formas de vida y ambientes: metafítica.

Número de muestra: DL 19.

División RHODOPHYTA

Clase RHODOPHYCEAE

Orden ACHROCHAETALES

Familia AUDOUINELLACEAE

Audouinella sp. (Fig. 5, E)

Talo formando un crecimiento de filamentos compactos de color azul-violáceo con filamentos de 61.6-187.7 μm de largo. Largo de la célula 9.1-16.4 μm , ancho 9.1-10.0 μm .

De este género hay tres especies de México, registradas en aguas continentales, todas en la Huasteca Potosina. Se ha descrito además una nueva especie de México. Ninguna es similar a la presente, por lo que se tiene que estudiar con detalle. No determinada por falta de estructuras reproductoras, por ejemplo, monosporas.

Formas de vida y ambientes: epilítica, zona de turbulencia con corriente moderada y laminar.

Número de muestra: CB 10.

Orden BATRACHOSPERMALES
Familia LEMANEACEAE

Paralemanea mexicana (Kützing) Vis et Sheath (Fig. 5, F-G; Fig. 6, A)

Talo erecto de color violáceo de 1.3-3.0 cm de longitud, formado por varios filamentos corticales. Diámetro de 9.0-15.0 μm .

Formas de vida y ambientes: epilítica, sumergida.

Número de muestra: SL 1, 16.

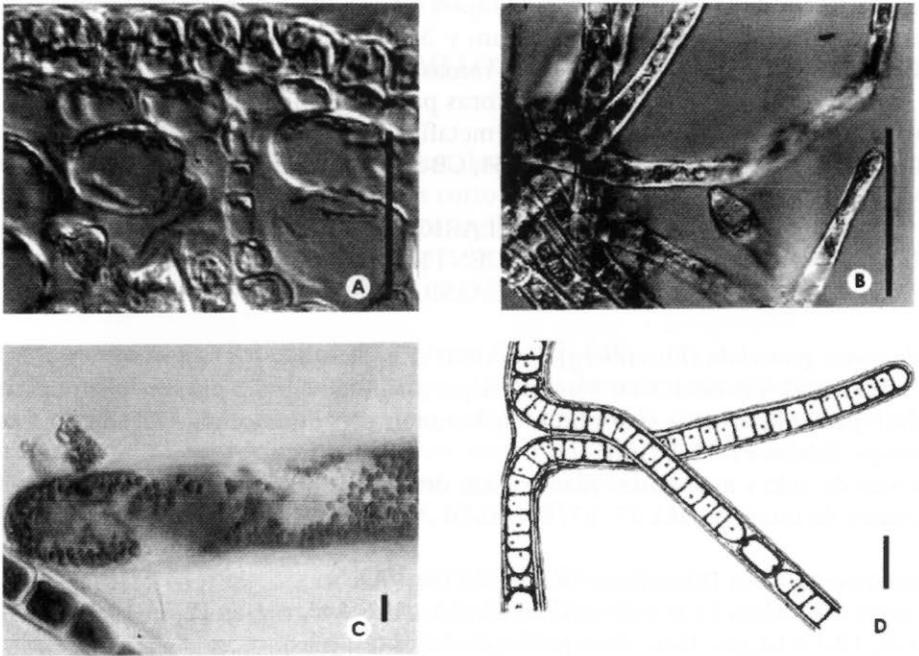


Fig. 6. A) *Paralemanea mexicana** (detalle corte longitudinal); B) *Tribonema* sp.; C) *Vaucheria* sp.; D) *Scytonema* sp. Barra 10 μm ; *50 μm .

División HETEROKONTOPHYTA
 Clase XANTOPHYCEAE
 Orden TRIBONEMATALES
 Familia TRIBONEMATACEAE

Tribonema sp. (Fig. 6, B)

Talo de 5-7 cm de largo. Filamentos verdes uniseriados con células cilíndricas generalmente infladas. Presenta 1-2 cloroplasto con más de dos pirenoides. Células de 1.0-1.1 μm de largo y 0.8-0.9 μm de ancho.

Se requiere completar historias de vida y seleccionar caracteres constantes para determinar.

Formas de vida y ambientes: epilítica.

Número de muestra: CB 3, 49.

Orden VAUCHERIALES
 Familia VAUCHERIACEAE

Vaucheria sp. (Fig. 6, C)

Talo de 10 cm de longitud, formando tapetes. Sifón filamentosos, con ramificaciones, cilíndrico. Largo de 50.2-96.6 μm y 37.3-39.8 μm de ancho; no presenta diferencias entre el eje principal y las ramas.

Se requieren estructuras reproductoras para determinar.

Formas de vida y ambientes: epilítica, metafítica.

Número de muestra: MA 79, 82, 110, 154; CB 57, 62, 66; DL 14, 20; SL 4; VC 12, 16.

Clase BACILLARIOPHYCEAE
 Orden CENTRALES
 Familia THALASSIOSIRACEAE

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen (Fig. 7, A-B).

Células cilíndricas de 4.5-20.3 μm de largo; ancho de 3.6-6.3 μm ; en la superficie valvar presenta espinas que permiten la unión con otras células formando filamentos. Estrías 11-15/10 μm .

Formas de vida y ambientes: planctónica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 37, 57, 64, 90, 91, 95, 118, 140, 159; CB 1, 43; VC14.

• *Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen (Fig. 7, C)

Células cilíndricas 11.0-20.0 μm de diámetro, aréolas gruesas 12-15/10 μm , puntos de 12-18/10 μm . Valvas con prolongaciones (espinas).

Formas de vida y ambientes: metafítica.

Número de muestra: CB 2.

Cyclotella meneghiniana Kützing (Fig. 7, D)

Células cilíndricas de 10.3-14.6 μm de diámetro; área central lisa y ligeramente ondulada que limita del área marginal, estrías gruesas que aparentan un anillo hacia la periferia de la célula de 8-10/10 μm .

Formas de vida y ambientes: planctónica, remanso.

Número de muestra: MA 30, 34, 37, 51, 55, 57, 134, 140, 162; DL 18.

Cyclotella ocellata Pantocsek (Fig. 7, E)

Válvas circulares de 9.4-11.9 μm de diámetro, en la superficie valvar se observan tres depresiones que forman un triángulo; estrías radiales de 19-20/10 μm .

Formas de vida y ambientes: metafítica.

Número de muestra: SL 26; VC 21, 23, 24.

Stephanodiscus rotula (Kützing) Hendeý (Fig. 7, H)

Válvas circulares, con área central de puntuaciones delimitada por la interrupción de rayos, diámetro 9.0-15.5 μm ; estrías 20-26/10 μm ; espinas normales dipuestas a intervalos regulares 8-13 μm , sin presencia de un poro central.

Formas de vida y ambientes: epilítica, deslizamiento.

Número de muestra: MA 15, 37, 38, 90, DL 5, CB 7.

Familia MELOSIRACEAE

Melosira varians Agardh (Fig. 7, I)

Célula cilíndrica. Pared de la valva lisa, largo 12.7-13.7 μm ; ancho 13.1-14.4 μm .

Forma pseudofilamentos uniseriados cortos que se unen por la superficie valvar.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 15, 25, 30, 37, 38, 55, 57, 58, 64, 65, 88, 90, 93, 95, 134, 140, 145, 158, 159; DL 5, 15; CB 2, 66; VC 1, 3, 14, 21, 24.

Orthoseira roeseana (Rabenhorst) O'Meara (Fig. 7, F-G)

Células cilíndricas de 32.9 μm de largo y 13.8 μm de ancho, con dos constricciones que dividen a la célula en tres. Área central granulada con cuatro depresiones centrales de 23.8-32.5 μm de diámetro; estrías radiales 16/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, remanso.

Número de muestra: MA 93, 95, 118, 13; CB 57.

Orden PENNALES

Suborden ARAPHIDINEAE

Familia FRAGILARIACEAE

Diatoma mesodon (Ehrenberg) Kützing (Fig. 7, J-K)

Valva isopolar, con ensanchamiento en la parte central, de 12.1-19.9 μm de largo y de 5.9-8.8 μm de ancho; costillas poco numerosas y estrías muy finas dispuestas

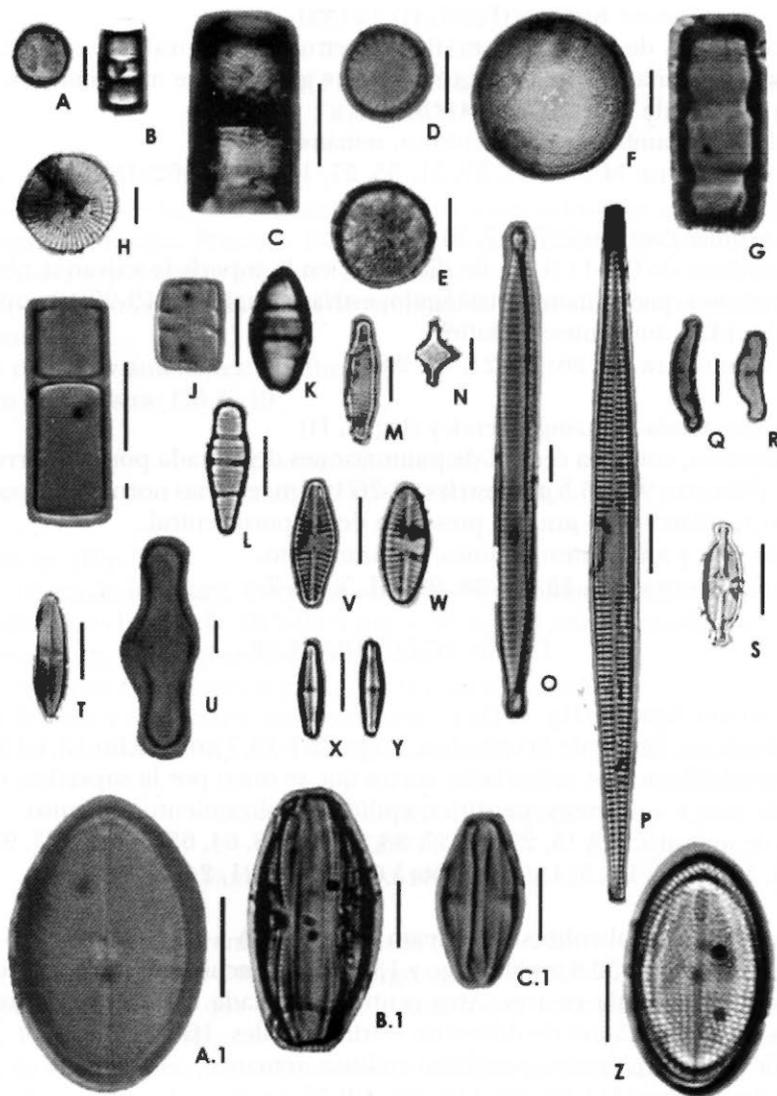


Fig. 7. A-B) *Aulacoseira granulata*; C) *Aulacoseira italica*; D) *Cyclotella meneghiniana*; E) *Cyclotella ocellata*; F-G) *Orthoseira roseana*; H) *Stephanodiscus rotula*; I) *Melosira varians*; J-K) *Diatoma mesodon*; L) *Meridion circulare* var. *constrictum*; M) *Fragilaria capuchina* var. *vaucheriae*; N) *Fragilaria construens*; O) *Syredra ulna*; P) *Syredra acus*; Q-R) *Eunotia exigua*; S) *Achnanthes exigua*; T) *Achnanthes hungarica*; U) *Achnanthes inflata*; V-W) *Achnanthes lanceolata*; X-Y) *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*; Z) *Cocconeis placentula* var. *lineata*; A.1) *Cocconeis placentula* var. *euglypta*; B.1) *Amphora commutata*; C.1) *Amphora montana*. Barra 10 μm .

paralelamente a los engrosamientos de la pared celular.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, epífita, remanso.

Número de muestra: MA 30, 37, 38, 49, 55, 57, 58, 63, 64, 90, 93, 95, 134, 138, 140, 145, 151, 159, 162; DL 4, 15, 19, 21, 25, 27; CB 1, 2, 5, 18, 19, 43, 57, 66; VC 4, 3, 24.

Meridion circulare var. *constrictum* (Ralfs) van Heurck (Fig. 7, L)

Valva heteropolar, con extremos redondeados y una ligera constricción en el primer tercio de la valva, de 16.0-22.1 μm de largo y de 4.6-5.1 μm de ancho; costillas gruesas de 3-4/10 μm con estrías finas y punteadas de 22-24/10 μm . Forma colonias en abanicos.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 15, 37, 55, 91, 95, 134, 140, 158; DL 5, 43.

Fragilaria capucina var. *vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot (Fig. 7, M)

Valva isopolar con pseudorrafe visible, de 17.1-30.6 μm de largo y de 4.1-5.3 μm de ancho; estrías finas y punteadas alternas 10-13/10 μm , con área central unilateral.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 30, 37, 38, 49, 51, 55, 57, 58, 61, 63, 64, 66, 80, 90, 93, 118, 132, 134, 138, 140, 145, 151, 159, 162; DL 9, 15, 18, 19, 21, 24, 25, 27; CB 1, 2, 43, 57, 66; VC 1, 3, 4, 14, 18, 24.

Fragilaria construens var. *construens* (Ehrenberg) Grunow (Fig. 7, N)

Valva isopolar con pseudorrafe visible, de 11.3-18.8 μm de largo y de 5.6-7.1 μm de ancho; estrías gruesas de 18-20/10 μm .

Formas de vida y ambientes: epipélica, epífita, remanso.

Número de muestra: MA 30, 37, 38, 49, 51, 55, 57, 58; DL 9, 118.

Synedra acus Kützing (Fig. 7, P)

Valva isopolar con extremos aciculados y ligeramente rostrados capitados de 100.7-104.2 μm de largo y de 3.3-5.6 μm de ancho; estrías paralelas más cortas en la zona central de 15/10 μm .

Formas de vida y ambientes: metafítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: VC 3, 4, 14, 18, 21, 24.

Synedra ulna (Nitzsche) Ehrenberg (Fig. 7, O)

Valva isopolar con extremos rostrados capitados con pseudorrafe visible de 122.4-153.9 μm de largo y de 10.2-15.5 μm de ancho, área axial estrecha de forma cuadrada. Estrías paralelas/opuestas y punteadas desfasadas en al área central de 5-6/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 15, 25, 30, 34, 37, 38, 42, 49, 51, 55, 57, 58, 61, 63, 64, 65 66, 93, 95, 118, 134, 138, 140, 145, 151, 158, 159, 160, 162; CB 2, 57, 62, 66, SL 3, 7, 8, 19, 23, 26; VC 1, 3, 4, 14, 18, 23, 24.

Suborden RAPHDINEAE
Familia EUNOTIACEAE

Eunotia exigua (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst (Fig. 7, Q-R)

Valvas isopolares extremos ligeramente rostrados en vista valvar el margen dorsal convexo y el margen ventral cóncavo de 19.0-20.1 μm de largo y de 2.9-3.7 μm de ancho; estrías finas y punteadas perpendiculares al eje longitudinal de 18-20/10 μm . Las estrías son interrumpidas por un pseudorrafe ubicado en el margen ventral.

Formas de vida y ambientes: epífita, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 30, 55, 58, 77, 80, 90, 93, 118, 134, 138, 140; DL 9; CB 1, 43.

Familia ACHNANTHACEAE

Achnanthes exigua Grunow in Cleve et Grunow (Fig. 7, S)

Valvas isopolares con extremos rostrados subcapitados. Valva con rafe; estrías ligeramente radiales al centro, el área central delimitada por 2 o 3 estrías marcadas que forman un *stauros*. Valva sin rafe, estrías paralelas. Valvas de 8.9-14.9 μm de largo y de 3.9-5.1 μm de ancho.; estrías muy finas de 20-22/10 μm .

Formas de vida y ambientes: metafítica, salpicadura.

Número de muestra: VC 14, 18.

Achnanthes hungarica (Grunow) Grunow in Cleve et Grunow (Fig. 7, T)

Valvas isopolares con extremos ligeramente rostrados. Valva con rafe y con presencia de rafe en una de las dos valvas y un *stauros* unilateral de 14.8-25.6 μm de largo y de 5.4- 6.1 μm de ancho; estrías muy finas 23/10 μm .

Referencias ambientales Datos ecológicos: epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 90, 145, 151; DL 18; CB 43, 57; SL 17; VC 1, 3.

Achnanthes inflata (Kützing) Grunow in Cleve et Grunow (Fig. 7, U)

Valvas isopolares con extremos rotrados y ensanchamiento en el área central, rafe lineal y ligeramente ondulado en el área central de 56.4-58.7 μm de largo y de 18.7-20.1 μm de ancho; estrías bien definidas punteadas y paralelas que llegan a ser radiales en los polos de 11-12/10 μm .

Formas de vida y ambientes: epipélica, remanso.

Número de muestra: MA 93.

Achnanthes lanceolata (Brébisson) Grunow in Cleve et Grunow (Fig. 7 V-W)

Valvas isopolares con rafe en una de las valvas, la valva con pseudorrafe tiene una ondulación en forma de herradura; de 11.3-20.1 μm de largo y de 4.8-6.7 μm de ancho; estrías radiales y gruesas, centrales 13-15/10 μm y terminales 11-13/10 μm . Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 15, 25, 30, 34, 37, 38, 42, 49, 51, 55, 57, 58, 61, 64, 65, 66, 77, 88, 90, 91, 93, 95, 118, 114, 132, 134, 138, 140, 145, 151, 152, 158, 159, 160, 162; CB 1, 2, 7, 43, 57, 62; DL 4, 5, 9, 15, 18, 19, 21, 24, 25, 27; SL 7, 19, 23, 26; VC 1, 3, 4, 14, 18, 21, 23, 24.

Achnanthes minutissima var. *minutissima* Kützing (Fig. 7, X-Y)

Valvas isopolares afiladas con extremos rostrados a rostrado-capitados, área central asimétrica delimitada con una o dos estrías gruesas, rafe recto, de 11.9-12.2 μm de largo y de 2.4-3.0 μm de ancho con estrías finas.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 51, 55, 57, 58, 80, 90, 91, 95, 118, 132, 134, 138, 139, 140, 145, 151, 158, 159, 162; CB 1, 2, 7, 43, 57, 62, 66; DL 9, 15, 18, 19, 21, 24, 25, 27; SL 3, 8, 19, 23, 26; VC 3, 4, 14, 18, 21, 23, 24.

Cocconeis placentula var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow (Fig. 7, A.1)

Células elípticas que presentan rafe recto en una de las dos valvas, polos ligeramente redondeados, área central estrecha de 23.71-26.16 μm de largo y de 16.82-20.16 μm de ancho. Estrías ligeramente radiales punteadas alargadas y alineadas que llegan a interrumpirse por un margen hialino de 20-21/10 μm .

Datos ecológicos: perifítica, epilítica, flujo laminar.

Número de muestra: VC 1, 14, 18.

Cocconeis placentula var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck (Fig. 7, Z)

Células elípticas que presentan rafe recto en una de las dos valvas, polos ligeramente rostrados, área irregular y estrecha de 20.4-43.7 μm de largo y de 10.7-21.0 μm de ancho. Estrías en bastón poco radiales de 14-22/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 15, 25, 30, 34, 38, 42, 49, 51, 55, 57, 58, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 80, 90, 93, 95, 118, 132, 134, 138, 139, 140, 145, 158, 159, 160, 162; CB 1, 2, 7, 43, 57, 62, 66; DL 9, 15, 18, 24, 25; SL 3, 7, 19, 23, 26; VC 3, 4, 14, 18, 21, 23, 24.

Familia NAVICULACEAE

Amphora commutata Grunow (Fig. 7, B.1)

Valvas en vista cingular elíptica con extremos redondeados de 34.3-37.9 μm de largo y de 5.9-6.6 μm de ancho; estrías finas, paralelas al centro y ligeramente radiales en los polos de 12-13/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, deslizamiento.

Número de muestra: MA 15, 37.

Amphora montana Krasske (Fig. 7, C.1)

Elíptica en vista cingular, extremos redondeados; área axial angosta y curvada, área central sólo sobre el lado ventral; rafe curvado; valvas con márgenes convexos; con extremos distales y proximales hacia el lado dorsal; estrías ligeramente radiales en toda la valva. Largo 17.1-22.6 μm ; ancho 4.7-8.3 μm .

Formas de vida y ambientes: epilítica, flujo laminar.

Número de muestra: SL 3, 7, 8; VC 18.

Berkella linearis Ross et Sims (Fig. 11, C)

Valvas lineares con extremos ligeramente capitados con área central angosta. Rafe recto a ligeramente curvado de 44.3-52.4 μm de largo y de 9.5-11.0 μm de ancho. Estrías paralelas al centro y convergentes en los extremos de 36-42/10 μm .

Formas de vida y ambientes: epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 55, 57, 58, 64, 65, 80, 90, 93, 95, 118, 132, 134, 138, 140, 145, 158, 159; DL 2, 4, 18, 25; CB 1, 2, 43, 57, 62, 66; SL 26; VC 1, 3, 14, 21.

Caloneis bacillum (Grunow) Cleve (Fig. 8, A)

Valvas lanceoladas redondeadas, área axial estrecha con rafe recto de 45.6-48.4 μm de largo y de 11.1-11.2 μm de ancho. Estrías ligeramente radiales con ausencia de ellas en el centro de la valva de 12-13/10 μm centrales y terminales 15/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, remanso.

Número de muestra: MA 25, 37, 58, 118.

Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve (Fig. 8, B)

Valvas lineales con líneas marginales, ápice redondeado o borde cuneiforme, más o menos ondulada, área axial amplia de 58.9-60.6 μm de largo y de 13.7-14.5 μm de ancho. Estrías paralelas a lo largo de toda la valva de 17-19/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, deslizamiento.

Número de muestra: MA 30, 37; DL 19.

Cymbella amphicephala Näegeli in Kützing (Fig. 8, C)

Valvas semilanceoladas con extremos rostrados capitados y rafe recto ventral marginal, desprovistas de estigma de 15.8-18.2 μm de largo y de 5.3-6.0 μm de ancho. Rafe recto, extremos distales con un poro. Estrías punteadas ligeramente radiales que convergen al centro, estrías dorsales de 14-16/10 μm y ventrales de 17-18/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, subaérea.

Numero de muestra: MA 58; DL 18.

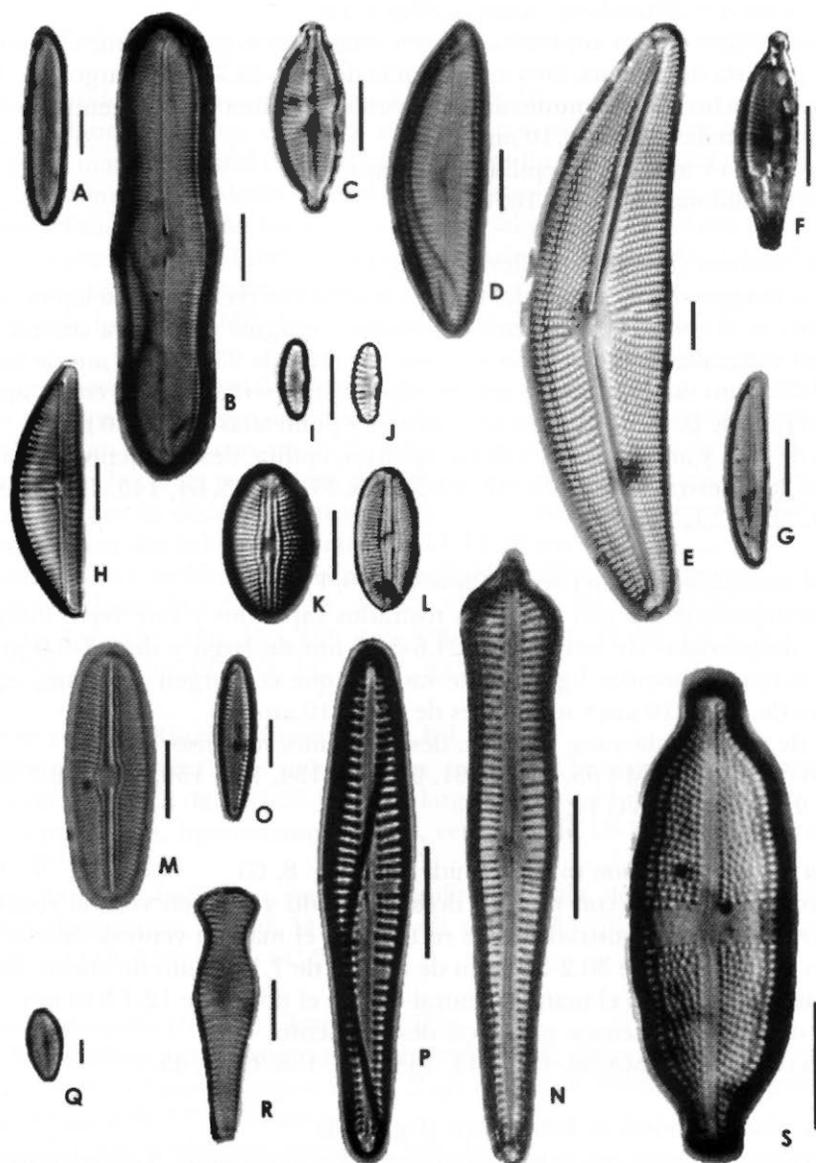


Fig. 8. A) *Caloneis bacillum*; B) *Caloneis silicula*; C) *Cymbella amphicephala*; D) *Cymbella leptoceros*; E) *Cymbella mexicana*; F) *Cymbella naviculiformis*; G) *Cymbella norvegica*; H) *Cymbella silesiaca*; I-J) *Reimeria sinuata*; K-L) *Diploneis elliptica*; M) *Diploneis oblongella*; N) *Gomphonema acuminatum*; O) *Gomphonema clevei*; P) *Gomphonema gracile*; Q) *Gomphonema parvulum*; R) *Gomphonema truncatum*; S) *Navicula charlatii*. Barra 10 μ m.

Cymbella leptoceros (Ehrenberg) Kützing (Fig. 8, D)

Valva con margen dorsal arqueado, margen ventral recto con extremos redondeados, desprovista de estigma, área axial amplia de 46.3-49.7 μm de largo y de 15.1-16.7 μm de ancho. Estrías punteadas más cortas en el área ventral, centrales de 9/10 μm y terminales de 12-13/10 μm .

Formas de vida y ambientes: epilítica, remanso.

Numero de muestra: MA 64, 118; DL 19.

Cymbella mexicana (Ehrenberg) Cleve (Fig. 8, E)

Valva con margen dorsal arqueado, margen ventral casi recto con una ligera curvatura convexa al centro con extremos rostrados y estigma en el área central, rafe recto con extremos curvados hacia el márgen ventral de 93.1-156.8 μm de largo y de 30.8-35.4 μm de ancho. Área central elíptica con estrías largas y cortas en ambos extremos de la valva, el resto son radiales y punteadas de 7-9/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, epífita, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 15, 30, 37, 49, 51, 55, 57, 61, 63, 64, 145, 158, 159, 16; SL 3, 7, 26; VC 1, 21.

Cymbella naviculiformis (Auerswald) Cleve (Fig. 9, F)

Valvas semilanceoladas con extremos rostrados capitados y rafe recto marginal ventral, desprovistas de estigma de 24.8-31.7 μm de largo y de 9.1-9.9 μm de ancho. Estrías punteadas ligeramente radiales que convergen al centro, estrías centrales de 13-15/10 μm y terminales de 20-23/10 μm .

Formas de vida y ambientes: epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 55, 64, 90, 91, 93, 118, 134, 140, 159, 160; CB 1, 2, 57, 66; DL 9, 19; SL 26; VC 14, 18.

Cymbella norvegica Grunow in A. Schmidt *et al.* (Fig. 8, G)

Valvas semilanceoladas con margen dorsal curvado y margen ventral recto con extremos ligeramente rostrados, rafe recto hacia el margen ventral, área central estrecha sin estigma, de 30.2-38.0 μm de largo y de 7.1-8.6 μm de ancho. Estrías paralelas más cortas en el margen ventral que en el dorsal de 12-13/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, deslizamiento.

Número de muestra: MA 58, 118, 134, 138, 139, 158; CB 1, 43.

Cymbella silesiaca Bleisch in Rabenhorst (Fig. 8, H)

Valvas semilanceoladas con extremos subrostrados a rostrados. Rafe recto hacia el margen ventral, extremos distales hacia el margen dorsal. El área central estrecha sin estigma; 20.7-37.7 μm de largo y 7.2-9.3 μm de ancho. Estrías paralelas y punteadas más cortas en el margen ventral de 10-13/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 15, 25, 30, 34, 38, 42, 49, 51, 55, 57, 58, 61, 63, 64, 65, 88, 90, 93, 95, 118, 132, 134, 138, 139, 140, 145, 151, 158, 159, 160, 162; CB 1, 2,

7, 30, 43, 57, 62, 66; DL 5, 9, 15, 18, 19, 21, 24, 25; SL 3, 8, 19, 23, 26, 27; VC 1, 3, 4, 14, 18, 21, 23, 24.

Cymbella tumida (Brébisson) van Heurck (Fig. 11, D)

Valva semilanceolada con extremos rostrados redondeados, con margen dorsal curvado y margen ventral recto, área axial estrecha y área central circular a elíptica con estigma en posición ventral con estrías largas y cortas; rafe lateral con extremos distales curvados hacia el margen dorsal y de 51.4-79.8 μm de largo y de 16.2-19.5 μm de ancho. Estrías gruesas, punteadas y radiales 10-11/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica

Distribución local: MA 140, 143, 147, 150, 159, 162; VC 15, 23, 25

Reimeria sinuata (Gregory) Kociolek et Stoermer (Fig. 8, I-J)

Valvas semilanceoladas con extremos redondeados con ensanchamiento en el centro del margen ventral con ausencia de estrías de 12.2-15.8 μm de largo y de 4.2-5.1 μm de ancho. Rafe recto hacia el margen ventral con extremos distales ligeramente curvados en dirección al margen dorsal. Estrías ligeramente radiales gruesas que forman dos hileras de puntos de 11-12/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, epífita, deslizamiento, remanso.

Distribución local: MA 30, 37, 38, 51, 55, 57, 58, 63, 64, 88, 90, 91, 93, 95, 118, 132, 138, 140, 151, 158, 159, 160, 162; CB 1, 2, 7, 43, 57, 66; DL 4, 5, 9, 15, 18, 25, 27; SL 3, 23, 26; VC 3, 4, 14, 18, 21, 23, 24.

Diploneis elliptica (Kützing) Cleve (Fig. 8, K-L)

Valva elíptica con extremos redondeados; rafe recto bordeado de puntuaciones, área central elíptica de 16.7-25.6 μm de largo y de 9.0-14.3 μm de ancho. Estrías gruesas punteadas, ligeramente radiales, centrales de 12-16/10 μm y terminales de 14-16/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, epífita, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 30, 34, 37, 38, 42, 49, 51, 55, 56, 57, 58, 61, 63, 64, 80, 90, 93, 95, 118, 159; CB 2; VC 24.

Diploneis oblongella (Nägeli) Cleve-Euler (Fig. 8, M)

Valva lineal elíptica con extremos redondeados, rafe recto; área central amplia y elíptica; 30.0-38.7 μm de largo y 9.5-11.2 μm de ancho. Estrías ligeramente radiales y punteadas de 17-18/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, subaérea.

Numero de muestra: MA 58.

Gomphonema acuminatum Ehrenberg (Fig. 8, N)

Valvas heteropares con ápice triangular o cuneiforme, rafe recto; área central ovalada con estigma y estrías ligeramente cortas; 42.3-52.1 μm de largo y 7.5-17.3 μm de ancho. Estrías rectas a ligeramente radiales hacia los polos de 11-12/10 μm

Formas de vida y ambientes: epilítica, remanso.

Número de muestra: MA 37, 42; VC 14, 18, 24.

• *Gomphonema clevei* Fricke (Fig. 8, O)

Valvas heteropolares con extremos redondeados, área axial amplia, área central elíptica; 28.4-37.7 μm de largo y 6.6-8.8 μm de ancho. Estrías cortas y punteadas centrales de 13/10 μm y terminales de 11-12/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, epífita, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 20, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 49, 50, 51, 52, 55, 57, 58, 61, 63, 64, 118, 132, 140, 145, 158, 162; CB 2, 18, 57, 66; SL 3, 19; VC 3, 4, 14, 18.

Gomphonema gracile Ehrenberg (Fig. 8, P)

Valvas heteropolares afiladas y con ápice cuneiforme, área central amplia con estigma; 49.5-58.6 μm de largo y 7.9-10 μm de ancho. Estrías largas, paralelas y ligeramente radiales hacia los polos de 10-12/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica.

Número de muestra: MA 140; CB 2.

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing (Fig. 8, Q)

Valvas heteropolares lanceoladas con ápice más o menos rostrado a afilado, área central estrecha de 19.7-22.5 μm de largo y de 6.2-7.4 μm de ancho. Estrías paralelas de 13/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 51, 90, 95, 118, 132, 138, 139, 158, 159, 162; DL 15, 18; CB 2, 30, 43; SL 3, 26; VC 1, 3, 14, 18, 21, 23, 24.

Gomphonema truncatum Ehrenberg (Fig. 8, R)

Valvas heteropolares con extremos redondeados, área central elíptica con estigma; 31.8-43.1 μm de largo y de 10.8-11.4 μm de ancho. Estrías paralelas ligeramente convergentes al centro de 9-10/10 μm .

Formas de vida y ambientes: epilítica, remanso.

Número de muestra: MA 30, 49, 64, 93, 118, 134, 140, 145, 159, 162; VC 14, 18, 21, 24.

Navicula charlatii Peragallo (Fig. 8, S)

Valvas estrechamente lanceoladas con extremos rostrado-capitados, rafe recto, área axial amplia que llega a formar un *stauros*. De 29.3-35.4 μm de largo y de 11.6-12.9 μm de ancho. Estrías gruesas punteadas y radiales, no se presentan al centro de la valva de 15-17/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, subaérea (salpicadura)

Número de muestra: MA 58.

Navicula cryptocephala Kützing (Fig. 9, A)

Valva lanceolada con extremos rostrados, área axial estrecha; con ensanchamiento al centro de la valva de 25.8-27 μm de largo y de 6.6-6.9 μm de ancho. Estrías finas y radiales en la mayor parte de la valva y convergentes en los polos de 16-20/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 15, 58, 80, 95, 118, 132, 134, 145, 151, 158, 159; DL 5, 18; CB 7, 43, 57, 66; SL 7, 15, 26; VC 3, 23, 24.

Navicula cuspidata (Kützing) Kützing (Fig. 9, B)

Valvas lanceoladas con extremos rostrados capitados, área central recta y estrecha; área central con ligero ensanchamiento, rafe recto de 116.8-175.8 μm de largo y de 25.7-43.4 μm de ancho. Estrías finas y punteadas, que forman líneas perpendiculares al rafe centrales de 15-16/10 μm y terminales de 20-21/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 25, 30, 34, 37, 42, 55, 58, 61, 93.

Navicula gregaria Donkin (Fig. 9, J)

Valvas lanceoladas con extremos rostrados capitados, área axial recta y estrecha; área central ligeramente ensanchada de 25.1-28.7 μm de largo y de 6.4-7.8 μm de ancho. Estrías finas paralelas y ligeramente radiales en los polos centrales de 13-14/10 μm y terminales de 16-17/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, epífita, epipélica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 15, 30, 34, 37, 38, 42, 49, 51, 55, 57, 58, 61, 63, 64, 65, 66, 93, 118, 132, 138, 139, 140, 145, 151, 158, 159, 160; CB 1, 2, 7, 30, 43, 57, 62, 66; DL 4, 5, 15, 18, 19, 21, 24, 25, 27; SL 19, 23, 26; VC 3, 4, 14, 18, 23, 21.

Navicula mutica Kützing (Fig. 9, C-D)

Valvas ovaladas con extremos ligeramente rostrados a redondeados, rafe recto, área axial amplia y área central elíptica y estigma alargado cercano al extremo de marginal de la valva; 13.3-17.4 μm de largo y 5.3-6.8 μm de ancho. Estrías fuertemente punteadas, radiales, en el centro se presentan más cortas que el resto de 16-17/10 μm .

Formas de vida y ambientes: epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 63, 80, 90, 118, 140, 162; CB 66; SL 7, 19, 26; VC 14, 18, 24.

Navicula nivalis Ehrenberg (Fig. 9, E)

Valvas lanceoladas con márgenes ondulados y extremos rostrados y ligeramente capitados, rafe recto, área axial angosta y área central elíptica con presencia de estigma cercano al centro de 16.8-24.3 μm de largo y de 7.6-8.3 μm de ancho. Estrías fuertemente punteadas radiales que se acortan en el centro, centrales de 17/10 μm y terminales de 20/10 μm .

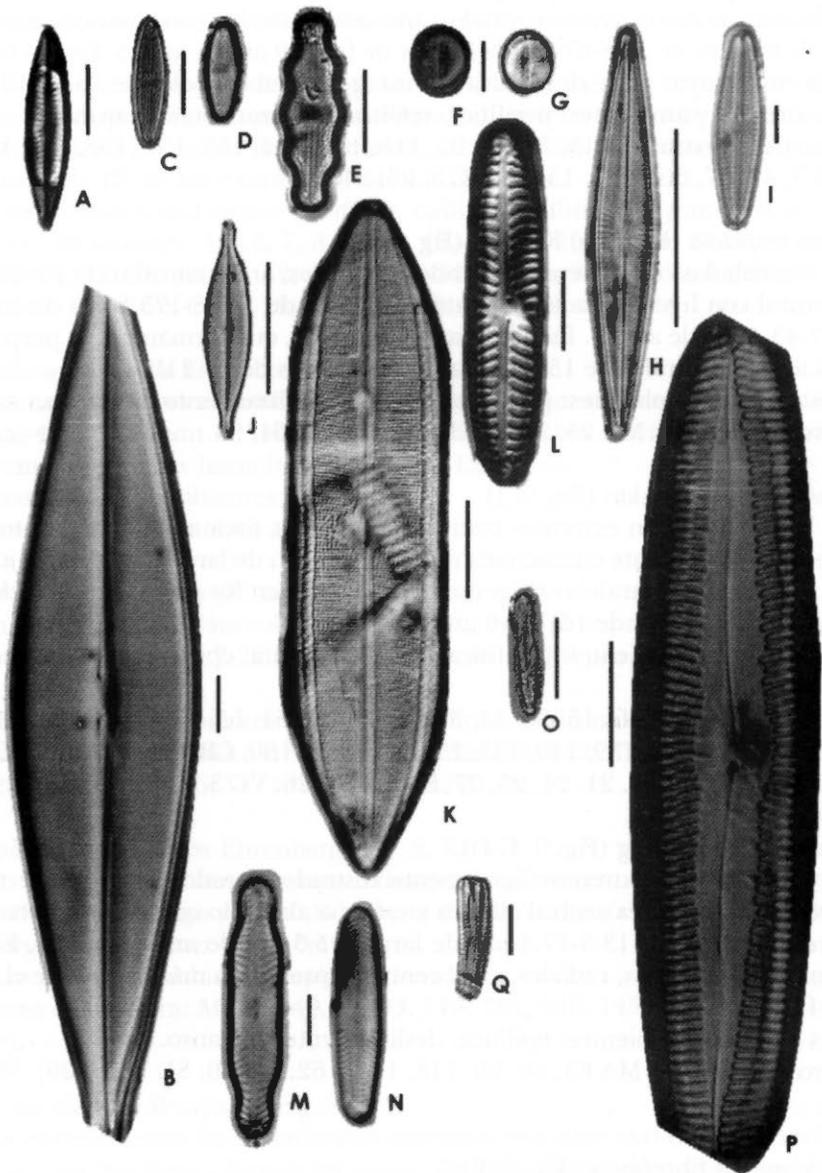


Fig. 9. A) *Navicula cryptocephala*; B) *Navicula cuspidata*; C-D) *Navicula mutica*; E) *Navicula nivalis*; F-G) *Navicula pseudocutiformis*; H) *Navicula radiosa*; I) *Navicula reinhardtii*; J) *Navicula gregaria*; K) *Neidium iridis*; L) *Pinnularia borealis*; M-N) *Pinnularia microstauron*; O) *Pinnularia similis*; P) *Pinnularia viridis*; Q) *Rhoicosphenia abbreviata*. Barra 10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, epífita, deslizamiento, remanso.
Número de muestra: MA 57, 58, 63, 64, 93; SL 8.

Navicula pseudocutiformis Hustedt (Fig. 9, F-G)

Valvas pequeñas elípticas con extremos muy redondeados que aparentan ser redondas, rafe recto, área central estrecha y área central ligeramente ensanchada de 10.1-10.9 μm de largo y de 8.3-9.8 μm de ancho. Estrías punteadas finamente, radiales en el centro son más cortas de 10-11/10 μm ; densidad de puntos 5-6 por estría.

Formas de vida y ambientes: perifítico, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 30, 37, 51, 57, 134; CB 43.

Navicula radiosa Kützing (Fig. 9, H)

Valvas lineares a lancoladas con extremos redondeados, rafe recto, área axial angosta, área central elíptica de 18.3-19.9 μm de largo y de 4.8-4.9 μm de ancho. Estrías paralelas en los extremos y radiales que convergen en el centro de la valva de 10-12/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epipélica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 25, 34, 38, 51, 134, 139, 140, 145, 159, 160; CB 43, 62, 66; SL 26; VC 1, 3, 4.

Navicula reinhardtii (Grunow) Grunow in Cleve & Möller (Fig. 9, I)

Valvas elípticas con extremos muy redondeados, rafe recto, área axial angosta y área central ligeremante amplia y elíptica; 51.1-67.1 μm de largo y 13.6-19.6 μm de ancho. Estrías perpendiculares en los extremos y radiales que convergen en el centro y estrías más cortas centrales de 8-7/10 μm y terminales de 8-9/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 30, 37, 42, 55, 58, 61, 93.

Neidium iridis (Ehrenberg) Cleve (Fig. 9, K)

Valvas elípticas con extremos cuneados subrostrados y líneas longitudinales periféricas, rafe recto con extremos proximales en forma de ganchos opuestos, área axial reducida y área central elíptica; 91.4-93.4 μm de largo y de 23-24.8 μm de ancho. Estrías punteadas ligeramente radiales centrales de 20-21/10 μm y terminales de 22-23/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 25, 37, 55, 93, 140; CB 57; DL 19.

Pinnularia borealis Ehrenberg (Fig. 9, L)

Valvas elípticas con extremos redondeados, rafe recto, área axial estrecha y área central elíptica de 41.4-51.3 μm de largo y de 9.8-10.3 μm de ancho. Estrías muy gruesas y radiales al centro y casi perpendiculares hacia los extremos de 5-6/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, epipélica, deslizamiento, remanso. Número de muestra: MA 30, 37, 55, 57, 58, 61, 63, 64, 71, 80, 90, 93, 95, 134, 139, 140; CB 1, 43, 57; DL 19; VC 14.

Pinnularia microstauron (Ehrenberg) Cleve (Fig. 9, M-N)

Valvas lineares a lanceoladas con extremos subrostrados a rostrados capitados, rafe recto con extremos distales curvos hacia el mismo lado, área axial amplia y área central elíptica a rectangular muy amplia de 52.1-56.1 μm de largo y de 10.6-10.7 μm de ancho. Estrías radiales y punteadas de 11-12/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 30, 37, 55, 64, 93, 95, 118, 134, 139, 140; CB 57, 62, 63, 66; DL 9, 15, 19; SL 7; VC 1, 3, 14, 18, 21, 23, 24.

Pinnularia simmilis Hustedt (Fig. 9, O)

Valvas lanceoladas con extremos subrostrados, rafe filiforme con extremos distales curvados hacia el mismo lado. Área central estrecha y área central ligeramente ensanchada de 12.6-15.2 μm de largo y de 4.1-4.4 μm de ancho. Estrías radiales y muy finas 8-10/10 μm .

Formas de vida y ambientes: epilítica, epipélica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 51, 55, 118, 138, 140; CB 1, 43; VC 14.

Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg (Fig. 9, P)

Valvas lineares con extremos redondeados e hinchada en el centro, rafe filiforme y terminaciones con dirección hacia los márgenes; área axial muy amplia y área central elíptica; 44.7-75.4 μm de largo y 9.8-17.8 μm de ancho. Estrías radiales al centro y convergentes en los polos de 7-9/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítico, epilítico, epífita, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 34, 37, 38, 51, 55, 63, 118, 134, 140; CB 43, 57.

Rhoicosphenia abbreviata (C. Agardh) Lange-Bertalot (Fig. 9, Q)

Valvas heteropolares, la valva del rafe es cóncava. Rafe filiforme, extremos distales poco visibles. El frústulo en vista conectiva es arqueado; valvas de 26.8-30.9 μm de largo y de 5.3-5.9 μm de ancho. Estrías centrales de 11/10 μm y terminales de 14-15/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, epífita, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 30, 34, 37, 38, 42, 49, 51, 55, 57, 58, 61, 63, 64, 72, 80, 90, 91, 93, 95, 118, 132, 134, 138, 140, 158, 159, 160, 162; CB 43; DL 5, 15, 18, 24, 25, 27; SL 3, 26; VC 1, 3, 4, 14, 18, 21, 24.

Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg (Fig. 10, A)

Valvas lanceoladas con extremos subrostrados, área axial lineal amplia con *stauron*, rafe estrechándose en los extremos y en el centro; 96.1-151.9 μm de largo y 21.0-

27.7 μm de ancho. Estrías ligeramente radiadas y punteadas a lo largo de toda la valva de 13-15/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 30, 34, 37, 55, 64, 90, 93, 95, 118, 134, 140, 158; DL 15, 19.

Familia EPHITEMIACEAE

Epithemia turgida var. *granulata* (Ehrenberg) Brun (Fig. 10, B)

Valvas asimétricas longitudinalmente con extremos redondeados, rafe ventral en "V" con ápice orientado hacia el margen dorsal de 42.5-115.6 μm de largo y de 12.1-20.8 μm de ancho. Estrías muy gruesas y punteadas de 9-10/10 μm , colocadas de 3 en 3, costillas de 3-5/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 15, 37, 38, 55, 57, 64, 93, 95, 140, 162; SL 26; DL 19; VC 18, 23.

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Müller (Fig. 10, C)

Valvas lineales con curvatura en el margen ventral y ensanchamiento en el centro, extremos con forma curvada. Rafe sin nódulos, de 93.7-96.5 μm de largo y de 22.7-24.5 μm de ancho. Estrías muy finas de 12-14/10 μm ; costillas 7-8/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, remanso.

Número de muestra: MA 34, 55, 57, 58, 80, 118, 162; SL 19; VC 3.

Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O. Müller (Fig. 10, D)

Valva lineal con curvatura en el margen ventral con extremos subrostrados, margen ventral recto, rafe sin nódulos visibles, de 35.7-37.1 μm de largo y de 6.4-6.5 μm de ancho; estrías 11-13/10 μm , costillas 4/10 μm ; estrías entre costillas 2-4.

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento.

Número de muestra: MA 30, 37, 51, 55, 57, 58, 51, 118, 134; DL 18.

Familia NITZSCHIACEAE

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow in Cleve et Grunow (Fig. 10, E)

Valvas asimétricas con extremos rostrados subcapitados, rafe en los márgenes ventrales de 38.9-111.4 μm de largo y de 8.8-9.5 μm de ancho. Estrías de 15-20/10 μm ; carinas de 6-8/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 15, 30, 37, 51, 55, 57, 63, 134, 159; CB 43; DL 25; SL 7.

Nitzschia acicularis (Kützinger) W. Smith (Fig. 10, F)

Valvas fusiformes a lanceoladas longitudinalmente con ápices apiculados, rafe marginal de 52.5-61.6 μm de largo y de 4.0-5.9 μm de ancho. Con carinas

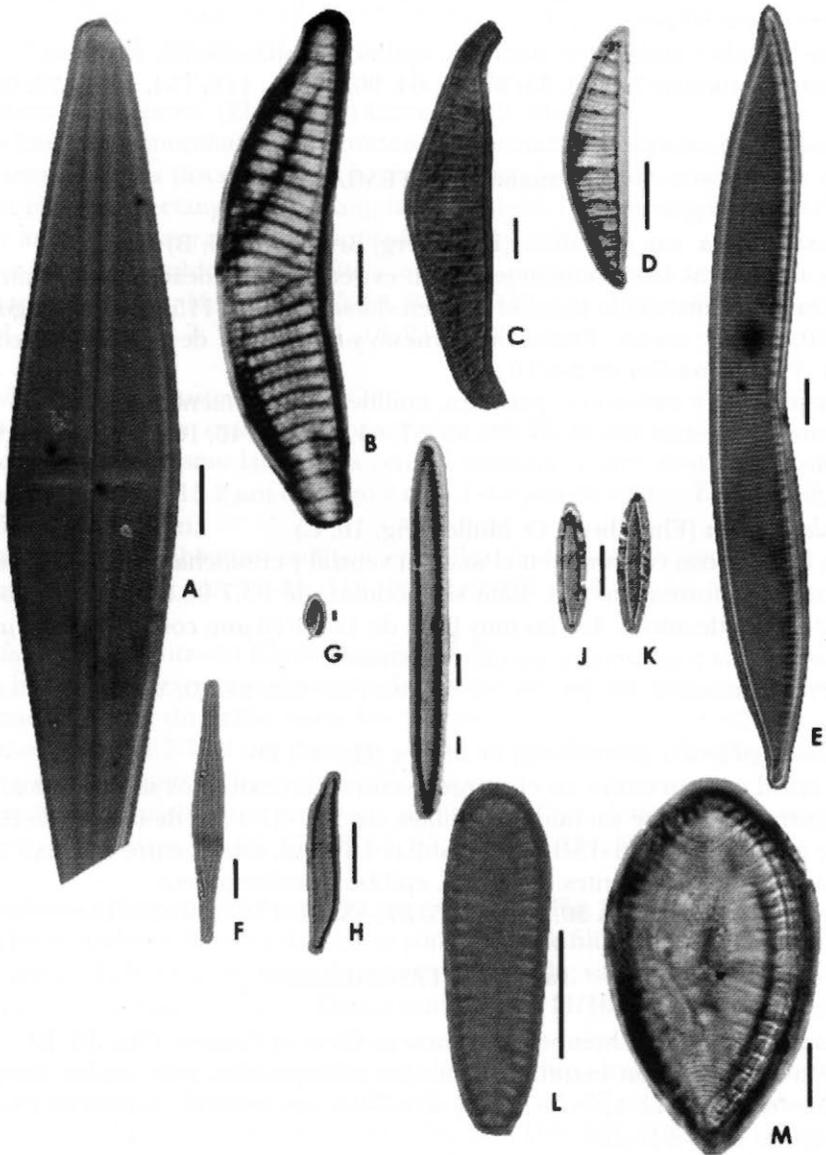


Fig. 10. A) *Stauroneis phoenicenteron*; B) *Epithemia turgida* var. *granulata*; C) *Rhopalodia gibba*; D) *Rhopalodia gibberula*; E) *Hantzschia amphioxys*; F) *Nitzschia acicularis*; G) *Nitzschia amphibia*; H) *Nitzschia clausii*; I) *Nitzschia heustleriana*; J-K) *Nitzschia palea*; L) *Surirella minuta*; M) *Surirella brightwellii*. Barra 10 μ m.

longitudinales con fíbulas medianas equidistantes de 16-20/10 μm , estrías muy finas y poco visibles de 65-70/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, remanso.

Número de muestra: MA 61, 66, 134; VC 3, 4, 14, 18.

Nitzschia amphibia Grunow (Fig. 10, G)

Valvas lanceoladas con extremos agudos de 14.9-25.3 μm de largo y de 2.9-4.1 μm de ancho. Estrías fuertemente punteadas con areolas de 14-17/10 μm , fíbulas medianas más o menos espaciadas de 7-9/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 34, 51, 55, 57, 58, 61, 63, 64, 66, 90, 118, 132, 134, 138, 159, 162; CB 1, 2; DL 18, 19, 24, 25, 27; SL 3, 7, 8, 19; VC 1, 3, 4, 14, 21, 24.

Nitzschia clausii Hantzsch (Fig. 10, H)

Valvas rectilíneas con ápices rostrados y sigmoides, rafe marginal de 25.1-25.3 μm de largo y de 3.9-4.3 μm de ancho. Estrías muy finas de 39-41/10 μm , fíbulas de 11-13/10 μm .

Formas de vida y ambientes: epipélica, remanso.

Número de muestra: MA 64, 80, 90, 118; DL 25; VC 14, 18, 21, 23, 24

Nitzschia heufleriana Grunow (Fig. 10, I)

Valvas lanceoladas, abultadas en la parte media y extremos rostrados subcapitados, rafe marginal de 105.6-138.7 μm de largo y de 3.1-6.2 μm de ancho. Estrías siempre visibles de 20-23/10 μm y fíbulas de 10-12/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, epipélica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 25, 30, 34, 37, 38, 49, 51, 55, 57, 58, 63, 64, 80, 90, 93, 95, 118, 134, 138, 140, 145, 158, 159, 160; DL 15, 18, 24, 25; CB 1, 2, 57, 62, 66, SL 7, 23, 26; VC 3, 4, 14, 18, 21.

Nitzschia palea (Kützing) W. Smith (Fig. 10, J-K)

Valva lanceolada a linear lanceolada de 40.5-43.1 μm de largo y de 6.3-7.9 μm de ancho. Estrías de 30-32/10 μm , fíbulas medianas y equidistantes de 11-15/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, epipélica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 34, 51, 55, 58, 61, 80, 90, 91, 93, 118, 132, 134, 138, 139, 140, 145, 151, 158, 159, 160, 162; CB 1, 2, 7, 43; DL 5, 15, 19, 21, 25; SL 3, 7, 8, 15, 19, 26; VC 1, 3, 4, 14, 18, 21, 23, 24.

Familia SURIRELLACEAE

Surirella bifrons Ehrenberg (Fig. 11, B)

Valvas elípticas con extremos redondeados y costillas radiales a lo largo de la valva de 85.5-96.8 μm de largo y de 38.0-40.1 μm de ancho. Fíbulas de 16-17/10 μm .

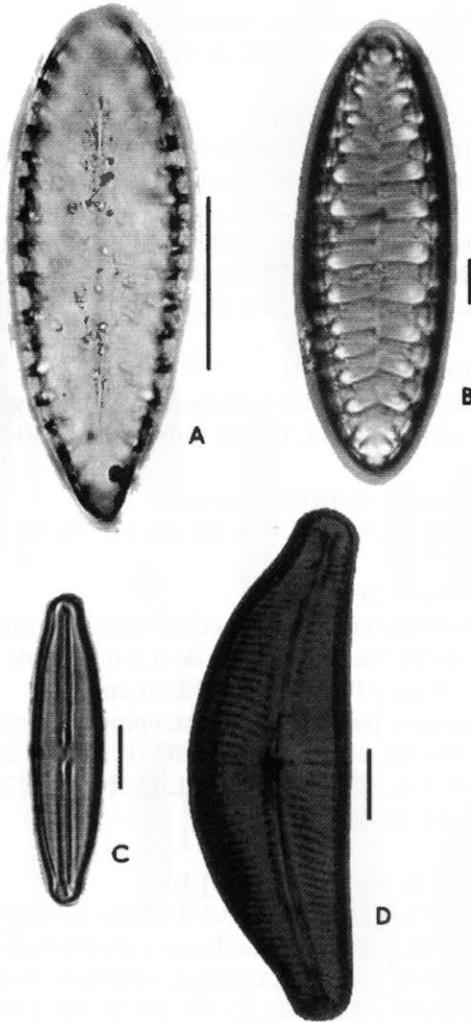


Fig. 11. A) *Surirella tenera*; B) *Surirella bifrons*; C) *Berkella linearis*; C) *Cymbella tumida*. Barra 10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, remanso.
Número de muestra: MA 25.

Surirella brightwellii W. Smith (Fig. 10, M)

Valva heteropolar ancha, lanceolada, extremos ligeramente redondeados; área axial indistinguible de 59.9-85.5 μm de largo y de 18.9-23.8 μm de ancho. Estrías de 14-19/10 μm y fíbulas de 3/10 μm .

Formas de vida y ambientes: epipélica, remanso.
Número de muestra: MA 64.

● *Surirella minuta* Brébisson in Kützing (Fig. 10, L)

Valvas heteropolares con extremos cuneados redondeados y ondulaciones transversales interrumpidas en el área axial, rafe circular que contorna la valva y canales alares, de 25.9-43.6 μm de largo y de 7.2-9.8 μm de ancho. Estrías de 18-22/10 μm y de fíbulas 5-7/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, deslizamiento.

Número de muestra: MA 30, 37, 64, 134, 140, 159; CB 2, 43, 57, 66; DL 21; SL 7, 8, 19, 23, 26; VC 1, 3, 4, 14, 18, 21, 23, 24.

Surirella tenera Gregory (Fig. 11, A)

Valvas heteropolares con un extremo redondeado y el otro cuneado; área axial lineal; 94.1-95.7 μm de largo y 24.8-26.2 μm de ancho. Fíbulas de 20-22/10 μm .

Formas de vida y ambientes: perifítica, epilítica, deslizamiento, remanso.

Número de muestra: MA 25, 34, 55, 64, 93, 140; CB 57.

Discusión y conclusiones

La flora algal presente en este estudio refleja una composición de especies con afinidad templada, caracterizada por condiciones ambientales particulares (temperatura de 2-16.7 °C, pH 5.8-8.7 (9.4), conductividad 33-155 $\mu\text{s cm}^{-1}$) similares a las encontradas en otras regiones templadas, como Norteamérica y Europa en corrientes de montaña y aguas frías (Rott y Pfister, 1988; Holmes y Whitton, 1981; Sabater y Roca, 1992). Podemos resaltar que los crecimientos visibles principales como *Paralemanea mexicana* (Rhodophyta) (Carmona, 1997), *Prasiola mexicana* (Chlorophyta) (Ortega, 1984) y *Placoma regulare* (Cyanoprokaryota) (León-Tejera *et al.*, 2003) sólo han sido citados de esta región del país. Asimismo, existen otros elementos de esta flora que complementan la información sobre la condición de aguas frías, como *Amphora montana*, *Reimeria sinuata* (Bacillariophyceae) (Tavera *et al.* 1994) y *Gomphonema clevei* (Bacillariophyceae).

La composición de la flora algal de la cuenca del Valle de México es distinta en especies de las floras registradas para otras regiones de México que muestran ele-

mentos característicos de zonas tropicales, como el caso de las cuencas del Pánuco y del Balsas (Valadez *et al.* 1996; Montejano *et al.* 2000).

La mayoría de las formas de vida presentes en este estudio fueron epilíticas, caracterizadas por los crecimientos visibles adheridos a las rocas graníticas, y relacionados a éstos, muchas especies microscópicas de manera epífita y metafítica.

El elevado número de especies sin determinar refleja dos problemas principales: 1) la falta de caracteres relacionados con etapas sexuales para la reconstrucción de las historias de vida que durante la colecta son difíciles de encontrar; por ejemplo, en Chlorophyta. Para ello es necesario trabajar con material vivo para obtener estos caracteres mediante cultivos. Este tipo de aproximación rebasa la finalidad del trabajo en cuanto a la elaboración de la flora; sin embargo, es necesario resolverlo, y 2) existen problemas, como en Cyanoprokaryota, donde se requiere un trabajo intensivo de tipo taxonómico a escala mundial, lo cual depende de los especialistas del grupo.

Finalmente, este estudio nos ha permitido conocer la flora algal que habita en los principales ríos permanentes y valorar la importancia de estos ambientes en la cuenca del Valle de México, pues se trata de relictos en peligro de desaparecer, que fueron y son utilizados para el abastecimiento de ciertas comunidades urbanas. Este trabajo plantea el conocimiento de su composición florística, con la información morfométrica básica y datos para el desarrollo de una flora regional, que ahora nos permitirá proponer estudios con otro tipo de orientación: ecológico, taxonómico, sobre calidad de agua, indicadores y monitoreo ambiental.

Agradecimientos. A la Dra. Hilda León Tejera por la traducción del resumen. A los apoyos Fundación UNAM - PITID 99-I y 99-II; CONSERVA-DDF 98 y 99; CONACyT J-33930-V y PROBETEL 2001-II.

Literatura citada

- ANAGNOSTIDIS, K. y J. KOMÁREK. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 3. Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie/Supplement 80, Algological Studies 50-53*: 327-472.
- ÁVILA N., J. 1985. *Ficoflora manifiesta del suelo del Valle de Tehuacán, Puebla, México*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 147 p.
- ÁVILA N., J. 1989. *Ficoflora potencial de suelo húmedo del Valle de Tehuacán, Puebla*. Tesis maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 93 p.
- 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.
- BROADY, P. y M. INGERFELD. 1991. *Placoma regulare* sp. nov. (Entophysalidaceae, Cyanobacteria) from New Zealand streams. *Phycologia 30(6)*: 547-555.

- CABALLERO, M., J.L. MACÍAS, S. LOZANO-GARCÍA Y J. URRUTIA-FUGUGAUCHI. 2001. Late Pleistocene-Holocene volcanic stratigraphy and paleoenvironments of the upper Lerma basin, Mexico. *Special Publications Int. Association Sediment* 30: 247-261.
- CABALLERO, M. Y B. ORTEGA. 1998. Lake levels since about 40,000 years ago at Lake Chalco, near Mexico City. *Quaternary Research* 50: 69-70.
- CANTORAL U., E.A. 1990. *Ficoflora de ambientes lénticos en la localidad El Salto, en la Huasteca Potosina*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 139 p.
- CANTORAL U., E.A. 1993. *Ecología de comunidades algales del sistema hidrológico El Salto, en la Huasteca Potosina*. Tesis maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 97 p.
- CANTORAL U., E.A. 1997. *Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes lóticos en la cuenca baja de la Huasteca Potosina*. México. Tesis doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 201 p.
- CANTORAL-URIZA, E.A., J. CARMONA-JIMÉNEZ Y G. MONTEJANO. 1997. Diatoms of calcareous tropical springs in the central region of Mexico. *Cryptogamie: Algologie* 18(1): 19-46.
- CARMONA J., J. 1993. *Taxonomía del género Audouinella (Acrochaetiales: Rhodophyta) en la cuenca baja del río Pánuco, México*. Tesis maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 90 p.
- CARMONA J., J. 1997. *Estudio florístico (taxonómico-ecológico-biogeográfico) de las rodofitas de agua dulce en la región central de México*. Tesis doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 201 p.
- CARMONA J., J. Y O. NECCHI. 2002. Taxonomy and distribution of *Paralemanea* (Lemaneaceae, Rhodophyta) in Central Mexico. *Cryptogamie: Algologie* 23(1): 39-49.
- CUESTA Z., I. 1993. *Ecología de la ficoflora de los Manantiales de San Lorenzo, Tehuacán, Puebla*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 119 p.
- DESKACHARY, T.V. 1959. *Cyanophyta*. Indian Council of Agricultural Research Institute, New Delhi. 686 p.
- EIHENBERG, C.G. 1870. *Aus mikroskopischen Bacillarien Unter und ei der stadt Mexiko: Berlin*. Buchdruckerei der Königl Akademie der Wissenschaften, Berlin. 66 p.
- ESPINOSA, G.F. Y J. SARUKHÁN. 1997. *Manual de malezas del Valle de México*. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 407 p.
- EZCURRA, E. 1990. *De las Chinampas a la Megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México*. Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 117 p.
- FIGUEROA T., G. 1984. *Estudio ecológico de la ficoflora de la presa Miguel Alemán, Oaxaca. México*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 120 p.
- FLORES-GRANADOS, C. 1980. *Variaciones estacionales en la composición florística del fitoplancton de dos canales de Xochimilco, D.F. México*. Tesis, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. 139 p.
- GARCÍA M., V. 1997. *Diatomeas de una zona de jales mineros de Guanajuato*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 87 p.
- GEITLER, L. 1930-1932. Cyanophyceae. In: L. Rabenhorst (ed.) *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.h., Leipzig. 1196 p.

- GERMAIN, H. 1981. *Flore des diatomées. Diatomophycées des eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaïn et des contrées voisines d'Europe occidentale*. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris. 444 p.
- GOLD-MORGAN, M., G. MONTEJANO Y J. KOMÁREK. 1994. Freshwater epiphytic Cyanoprokaryotes from central Mexico. *Archiv für Protistenkunde* 144: 383-405.
- GOLD-MORGAN, M., G. MONTEJANO Y J. KOMÁREK. 1996. Freshwater epiphytic Chamaesiphonaceae from central Mexico. *Archiv für Hydrobiologie/Supplement Algological Studies* 83: 257-271.
- HERNÁNDEZ-BEGERRIL D.U. Y M.I. TAPIA. 1987. Ecología del fitoplancton primaveral de superficie en el lago de Tequesquitengo, Morelos, México. *Revista Biología Tropical* 35(1): 31-39.
- HOEK, C.V.D., D.G. MANN Y H.M. JAINNS. 1995. *Algae. An introduction to Phycology*. Cambridge University Press, Cambridge. 623 p.
- HOLMES, N.T.H. Y B.A. WHITTON. 1981. Phytobenthos of the River Tees and its tributaries. *Freshwater Biology* 11: 139-163.
- HUSTEDT, F. 1927-1930. Die Kiesalgen Deutschlands, Österreichs und der Angrenzenden Meeresgebiete. In: L. Rabenhorst (ed.) *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. 7, Teil 1. First reprinting, 1971. Strauss & Cramer, Leipzig, 920 p.
- HUSTEDT, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). In: A. Pascher (ed.) *Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas*, Heft. 10. Verlag von Gustav Fischer, Jena, 467 p.
- HUSTEDT, F. 1931-1959. Die Kiesalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der Ubrigen Europas sowie der Angrenzenden Meeresgebiete. In: L. Rabenhorst (ed.) *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. 7, Teil 2. First reprinting, 1971. Strauss & Cramer, Leipzig, 845 p.
- HUTCHINSON, G.E., R. PATRICK Y E.S. DEEVEY. 1956. Sediments of Lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *Bulletin Geological Society American* 67: 1491-1504.
- IBARRA V., C. 1992. *Flora Diatomológica de Texcala, Tehuacán, Puebla*. Tesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 80 p.
- IBARRA V., C. Y E. NOVELO. 1997. Diatomeas de Texcala, Puebla. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61: 49-57.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA). 1995a. Cuaderno Estadístico Delegacional. Magdalena Contreras, D.F. México, D.F.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA). 1995b. Cuaderno Estadístico Delegacional. Cuajimalpa, D.F. México, D.F.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA). 1995c. Cuaderno Estadístico del Estado de México, México, D.F.
- KOMÁREK, J. Y K. ANAGNOSTIDIS. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2. Chroococcales. *Archiv für Hydrobiologie/Supplement* 73, *Algological Studies* 43: 157-226.
- KOMÁREK, J. Y K. ANAGNOSTIDIS. 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4. Nostocales. *Archiv für Hydrobiologie/Supplement* 82, *Algological Studies* 56: 247-345.
- KOMÁREK, J. Y K. ANAGNOSTIDIS. 1999. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. In: H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds.) *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer, Jena. 548 p.

- KRAMMER, K. Y H. LANGE-BERTALOT. 1986. Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. Band 2/1. In: A. Pascher, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds.) *Die Sübwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer, Stuttgart. 876 p.
- KRAMMER, K. Y H. LANGE-BERTALOT. 1988. Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Ephitemiaceae, Surirellaceae. Band 2/2. In: A. Pascher, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds.) *Die Sübwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer, Stuttgart. 596 p.
- KRAMMER, K. Y H. LANGE-BERTALOT. 1991a. Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3. In: A. Pascher, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds.) *Die Sübwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer, Stuttgart. 576 p.
- KRAMMER, K. Y H. LANGE-BERTALOT. 1991b. Bacillariophyceae. Teil 4. Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis. Teil 1-4. In: A. Pascher, H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds.) *Die Sübwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer, Stuttgart. 437 p.
- KUSEL-FETZMANN, E. 1973. Beiträge zur Kenntnis der Algenflora der Hochgebirge Zentralamerikas und der nördlichen Anden. *Hochgebirgsforschung* 3: 29-68.
- LEÓN-TEJERA, H., G. MONTEJANO Y E. CANTORAL-URIZA. 2003. Some little known Hydrococcaceae (Cyanoprokaryota) from Central Mexico. *Archiv für Hydrobiologie / Algological Studies* 109: 363-374.
- MENDOZA-GONZÁLEZ, C. 1985. Estudio florístico ficológico estacional de la Laguna Victoria o de Santiago Tilapa, México. *Phycologia* 58(7): 479-487.
- METCALFE, S.E. 1985. *Late Quaternary environments of central Mexico: A diatom record*. Ph. D. Diss. Hertford College and the School of Geography, Oxford. 565 p.
- METCALFE, S.E. 1988. Modern diatom assemblages in central Mexico: the role of water chemistry and other environmental factors as indicated by TWISPAN and DECORANA. *Freshwater Biology* 19: 217-233.
- METCALFE, S.E. 1992-1993. *Changing environments of the Zacapu basin, central Mexico: A diatom-based history spanning the last 30,000 years*. Research papers, School of Geography, Oxford. 655 p.
- METCALFE, 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 de México* 14: 127-151.
- METCALFE, S.E. Y S.L. O'HARA. 1992. Sensibilidad de lagos mexicanos a alteraciones en el medio ambiente: ejemplos del Eje Neovolcánico. *Ingeniería Hidráulica en México*: 107-121.
- METCALFE, S.E., F.A. STREET-PERROT, R.A. PERROT Y D.D. HARKNESS. 1991. Paleolimnology of the Upper-Lerina Basin, Central Mexico: A record of climatic change and anthropogenic disturbance since 11,600 yr BP. *Journal of Paleolimnology* 5: 197-218.
- MONTEJANO Z., G. 1998. *Taxonomía de Cyanoprokaryota (Cyanophyta/Cianobacteria) epifitos del orden Chroococcales de la Región Central de México*. Tesis doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 271 p.
- MONTEJANO, G., M. GOLD-MORGAN Y J. KOMÁREK. 1993. Freshwater epiphytic cyanoprokaryotes from central Mexico. I. *Cyanocystis* & *Xenococcus*. *Archiv für Protistenkunde* 143: 237-247.

- MONTEJANO, G., M. GOLD-MORGAN Y J. KOMÁREK. 1997. Freshwater epiphytic cyanoprocarvates from central Mexico. III. The genus *Stichosiphon* Geitler 1932. *Archiv für Protistenkunde* 148: 3-16.
- MONTEJANO, G., J. CARMONA-JIMÉNEZ Y E.A. CANTORAL-URIZA. 2000. Algal communities from calcareous springs and streams in La Huasteca, central Mexico: a synthesis. In: M. Munawar, S.G. Lawrence, I.F. Munawar & D.F. Malley (eds.) *Aquatic Ecosystems of Mexico: Status & Scope*. Backhuys, Leiden, 135-149 p.
- MOOSER, F. 1975. Historia geológica de la cuenca de México. In: *DDF memorias del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal*. Talleres Gráficos de la Nación, México, D.F. T.I. 738 (mapa geológico). 180 p.
- NAVARRO J., L.E. 1988. *Un estudio tónico de Rhoicosphenia curvata (Kützing) Grunow ex Rabenhorst var. curvata en el Valle de Tehuacán, Puebla*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 96 p.
- NOVELO M., E. 1985. *Flora dinámica del suelo del Valle de Tehuacán, Puebla. México*. Tesis maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 151 p.
- NOVELO M., E. 1998. *Floras ficológicas del valle de Tehuacán, Puebla*. Tesis doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 599 p.
- ORTEGA, M.M. 1984. *Catálogo de algas continentales recientes de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 566 p.
- PATRICK, R. Y C.W. REIMER. 1966. *The Diatoms of the United State* 13, vol. I. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Pennsylvania. 688 p.
- PATRICK, R. Y C.W. REIMER. 1975. *The Diatoms of the United States* 13, vol. II. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Pennsylvania. 213 p.
- PHILOPOSE, T. 1967. *Chlorococcales*. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 365 p.
- PRESCOTT, W., T. CROASDALE Y C. VINYARD. 1975. *A synopsis of North American desmids*. Part II. *Desmidiaceae: Placodermatae*. Section 1. University of Nebraska Press, Lincoln. 275 p.
- QUINTANA G., G. 1961. *Estudio de las diatomeas fósiles de México en el microscopio electrónico y en el espectrofotómetro de rayos X*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 79 p.
- RAMANATHAN, K.R. 1964. *Ulotrichales*. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi. 188 p.
- RAMÍREZ V., M. 2002. *Flora algal de ambientes lóticos en la zona occidental de la cuenca del Valle de México*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 111 p.
- RAMÍREZ V., M., Y. BELTRÁN, M. BOJORGE, J. CARMONA, E.A. CANTORAL-URIZA Y F. VALADEZ. 2001. *Flora Algal del Río La Magdalena, Distrito Federal, México*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 68: 45-67.
- ROTT, E. Y P. PFISTER. 1988. Natural epilithic algal communities in fast-flowing mountain streams and rivers and some man-induced changes. *Verhandlungen der International Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 23: 1320-1324.
- ROUND, F.E. 1984. *The ecology of algae*. Cambridge University Press, Cambridge. 653 p.
- RUSHFORTH, S.R., I. KACZMARSKA Y J.R. JOHANSEN. 1984. The subaerial diatom flora of Thurston lava tube, Hawaii. *Bacillaria* 7: 135-157.
- RZEDOWSKI, J. Y G. CALDERÓN. 1979. *Flora fanerogámica del Valle de México*, vol. I. Continental, México, D.F. 197 p.

- SABAHER, S. y J.R. ROCA. 1992. Ecological and biogeographical aspects of diatom distribution in Pyrenean springs. *British Phycological Journal* 27: 203-213.
- SALAS E., G. 1963. *Contribución al estudio de las Euglena del Valle de México*. Tesis, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- SÁMANO B., A. 1933. Algunas cianofíceas del lago de Xochimilco. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México* 4: 29-31.
- SÁMANO B., A. 1934. Contribución al conocimiento de las algas verdes de los lagos del Valle de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México* 5: 149-177.
- SÁMANO B., A. 1935. Algunas Zygnemataceas de Chapultepec. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México* 6: 167-171.
- SÁMANO B., A. 1940. Algas del Valle de México Parte II. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México* 11: 41-50.
- SÁMANO B., A. 1948. Observaciones preliminares de la flora algológica de la región de Tuxtepec, Oaxaca. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México*. 19(2): 317-333.
- SÁMANO B., A. y D. SOKOLOFF. 1931. La flora y fauna de aguas dulces del Valle de México. *Monografías del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México* 1: 48-49.
- SÁNCHEZ M., I. 1985. *Flora planctónica de los cenotes de Yucatán. Bacillariophyta*. Tesis Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán. 90 p.
- SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, M.E. y L.M. HUERTA. 1969. Una nueva especie de *Lemanea* (Rhodoph.-Florid.) para la flora dulceacuícola mexicana. *Ciencia (México)* 27(1): 27-30.
- SIMONSEN, R. 1979. The diatom system: ideas on Phylogeny. *Bacillaria* 2: 9-71.
- SOKOLOFF, D. 1933. Algunas nuevas formas de flagelados del Valle de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México* 4: 197-206
- SUÁREZ, B.E. y D. BIRRICCHAGA. 1997. *Dos estudios sobre usos del agua en México (siglos XIX y XX)*. CIESAS-IMTA, México, D.F. 170 p.
- SUGIURA, Y., A. FLORES, B. LUDLOW, F. VALADEZ, M. GOLD-MORGAN y J. MAILLOL. 1994. El agua, la tierra, el bosque y el hombre en el alto Lerma: un estudio multidisciplinario. Resultados preliminares. *Arqueología* 11-12: 29-45.
- TAVERA S., R.L. 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. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50: 121-133.
- TAVERA S., R.L., J. ELSTER y P. MARVAN. 1994. Diatoms from Papaloapan basin communities, Mexico. *Archiv für Hydrobiologie/Supplement* 104, *Algological Studies* 74: 35-65.
- TAVERA S., R.L., E. NOVELO y A. COMAS. 2000. Chlorococcalean algae (s.l.) from the Ecological Park of Xochimilco, Mexico. *Archiv für Hydrobiologie/Supplement* 136, *Algological Studies* 100: 65-94.
- TRANSEAU, N.E. 1951. *The Zygnemataceae. Fresh-water conjugate algae*. The Ohio State University Press, Columbus. 327 p.
- VALADEZ C., F. 1992. *Flora ficológica de ambientes lóticos de la cuenca baja del Río Amacuzac, Morelos*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 239 p.
- VALADEZ C., F. 1998. *Empleo de crecimientos algales para la caracterización de ambientes lóticos en la cuenca baja del río Amacuzac, Morelos*. Tesis maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 116 p.

- VALADEZ C., F., J. CARMONA Y E.A. CANTORAL. 1996. Algas de ambientes lóticos en el estado de Morelos, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 67(2): 227-282.
- VÁZQUEZ, S.E. Y D.R. JAIMES. 1989. Geología de la cuenca de México. *Geofísica Internacional* V-28-2: 133-190.
- VENTAKATAMARAN, G.S. 1961. *Vaucheriaceae*. Indian Council of Agricultural Research Institute, New Delhi. 112 p.
- VIS, M.L. Y R.G. SHEATH. 1992. Systematics of the freshwater red algal family Lemnaceae in North America. *Phycologia* 31(2): 164-179.

Páginas electrónicas:

- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD) 2002.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalización/doctos/rhp_068.html

Recibido: 30.I.2003

Aceptado: 20.X.2003