

## ALGAS DE AMBIENTES LÓTICOS EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO<sup>1</sup>

FRANCISCO VALADEZ CRUZ\*  
JAVIER CARMONA JIMÉNEZ\*  
ENRIQUE A. CANTORAL URIZA\*

### RESUMEN

Como resultado de un estudio ficoflorístico en tres localidades del estado de Morelos, se registraron 100 especies algales con las siguientes proporciones: 47 Cyanophyceae, 39 Bacillariophyceae, diez Chlorophyceae, tres Rhodophyceae y una Xanthophyceae. Se elaboraron claves dicotómicas para cada una de las clases, y se incluyen las descripciones para todas las especies, acompañadas de fotografías y esquemas.

Palabras clave: algas de agua dulce, manantiales, ambientes lóticos, Cyanophyceae, Rhodophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Xanthophyceae, Morelos, México.

### ABSTRACT

As a result of a phycofloristic study of three localities of the state of Morelos 100 species are reported: 47 Cyanophyceae, 39 Bacillariophyceae, ten Chlorophyceae, three Rhodophyceae and one Xanthophyceae. A dichotomous key at the class level is included, as well as a description of each species, with photographs and drawings.

Key words: freshwater algae, springs, lotic environments, Cyanophyceae, Rhodophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Xanthophyceae, Morelos, Mexico.

<sup>1</sup> La presente investigación fue desarrollada por el primer autor como tema de tesis para obtener el grado de biólogo.

\* Laboratorio de Ficología, Facultad de Ciencias, UNAM. Apartado postal 70-620, Del. Coyoacán, 04510 México, D.F.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años los estudios ficológicos han cobrado gran interés en la República Mexicana; sin embargo, la mayoría de ellos se han realizado en ambientes marinos, por lo que en aguas continentales resta mucho por hacer.

No obstante que el estado de Morelos presenta una gran cantidad de manantiales, arroyos y ríos permanentes (Aguilar, 1990), no existía ningún trabajo específico sobre algas de ambientes lóticos en esta región; sólo se encontraron algunos registros de especies algales en el manantial Los Sabinos, Cuautla (Sámano-Bishop y Sokoloff, 1931) y en el lago de Tequesquitengo (Hernández-Becerril y Tapia, 1987). Recientemente, Montejano *et al.* (1993), Komárek y Novelo (1994) y Gold-Morgan *et al.* (1994) estudian la flora de Cyanophyceae en algunas localidades del estado de Morelos, en donde registran cuatro nuevas especies para México.

La intención del presente estudio es mostrar la flora algal de tres localidades en el estado de Morelos que corresponden a dos manantiales, Las Huertas y Los Manantiales, y a la del río Amacuzac en las cercanías de Xicatlacotla. Se elaboraron claves dicotómicas de las especies registradas y se anexaron descripciones para cada una de ellas. Asimismo, se anotan las condiciones ambientales bajo las cuales se colectaron, con el fin de generar información para el conocimiento de este grupo biológico tan importante en las aguas continentales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las algas fueron recolectadas en tres localidades en el sur del estado de Morelos que forman parte de la subcuenca baja del río Amacuzac (Fig. 1).

Las Huertas se ubica a los 99° 10.8' O y 18° 31.9' N, a 800 m snm y a 25 km de Jujutla de Juárez, en el municipio de Tlaquiltenango, Morelos. Según la clasificación de manantiales de Vasiliev y Arabadzhi (1981), se considera termal. Está constituido por una poza de 3 m de profundidad y 5 m de diámetro. El cauce de la poza origina cascadas y arroyos que recorren aproximadamente 60 m antes de desembocar en el río Amacuzac. El manantial está parcialmente sombreado por la vegetación, formada por elementos de una selva baja caducifolia (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1981). El sustrato es arenoso. Esta localidad fue visitada durante el mes de mayo de 1991.

Los Manantiales se ubica a 500 m de Las Huertas, es un manantial termal y se compone de una poza de 2 m de profundidad y 10 m de diámetro, aproximadamente. El cauce de la poza origina cascadas, arroyos y canales de corriente que recorren 100 m antes de desembocar al río Amacuzac. A lo largo de todo el manantial existe una amplia cobertura de vegetación. El sustrato es arenoso y en algunas zonas se forman concreciones de CaCO<sub>3</sub>. Esta localidad fue visitada durante los meses de febrero, mayo, junio y noviembre de 1991.

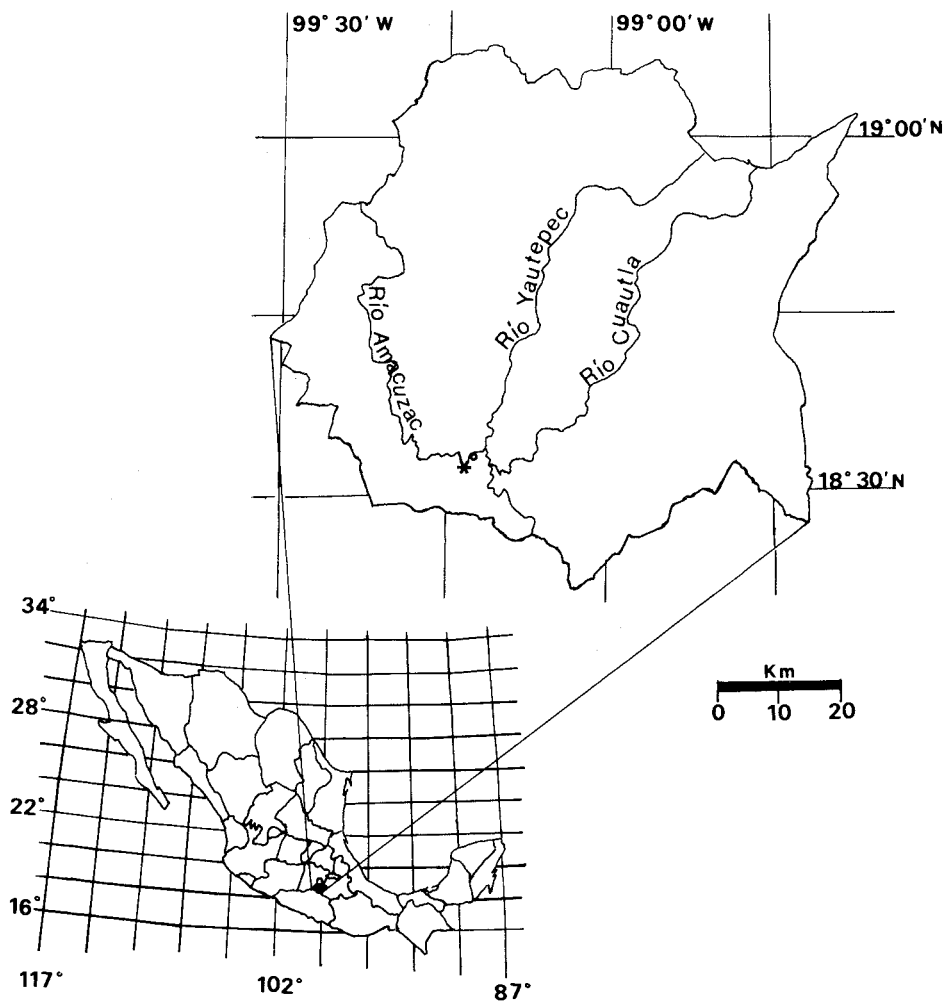


Fig. 1. Ubicación de las localidades de estudio en la cuenca del río Amacuzac, Morelos, México. o Los Manantiales - Las Huertas; \* Xicatlacotla.

El río Amacuzac cerca de Xicatlacotla se ubica a los 99° 11.5' O y 18° 31.0' N, a 800 m snm, en el municipio de Tlaquiltenango, a 7 km del poblado de Xicatlacotla, siguiendo el camino de terracería El Higuierón-Las Huertas. El río es permanente, con una extensión aproximada de 50 m de ancho y 1 m de profundidad; no hay cobertura de vegetación. El sustrato es arenoso con cantos rodados. Esta localidad se visitó en los meses de marzo y noviembre de 1991.

En el campo se colectaron los crecimientos algales bentónicos visibles con la ayuda de espátula, martillo y cincel. Cada crecimiento visible (*sensu* Holmes y Whitton, 1981) fue referido a un número de muestra con la clave BALE, que corresponde a la Flora Ficológica del río Balsas; se preservó en formol al 3% y se incorporó al Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME). Los parámetros fisicoquímicos registrados y las técnicas empleadas fueron los siguientes: temperatura, medida con termómetro y potenciómetro ( $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ); pH, medido con potenciómetro Conductronic Modelo PC-18 ( $\pm 0.01$ ) y papel indicador; velocidad de corriente, registrada con medidor de velocidad de corriente Swoffer Modelo 2100 ( $\pm 1\%$ ); oxígeno disuelto, medido con oxímetro YSI Modelo 5700 ( $\pm 0.2$  mg/l); dureza total del agua, medida con reactivos Merck (Aquamerck); y conductividad, medida con conductímetro YSI Modelo 33 ( $\pm 3\%$ ).

En el laboratorio se revisaron los crecimientos algales en microscopio de disección (marca Bausch & Lomb) y microscopio óptico con contraste interferencial (marca Reichert, modelo Zetopan). Se elaboraron preparaciones permanentes con gelatina glicerizada al 50% y 75% para las especies de Cyanophyceae, Chlorophyceae, Xanthophyceae y Rhodophyceae. En el caso de las Bacillariophyceae, los frústulos se limpiaron con la técnica de oxidación ácida (Rushforth *et al.*, 1984) y posteriormente se montaron en resina Naphrax.

Se elaboraron claves dicotómicas para las especies de cada una de las clases. Se incluyen las descripciones y figuras de cada especie. Cada descripción incluyó caracteres cuantitativos, como talla y dimensión celular y cualitativos, por ejemplo color, textura, forma de vida (Round, 1981). Por último, se menciona la localidad de referencia y el número de muestra de cada especie.

La falta de epíteto específico en varias especies se debió a la ausencia de estructuras reproductoras necesarias para su identificación, o bien, a que las características taxonómicas no coinciden con las de especies previamente descritas.

En el caso de las Cyanophyceae se utilizó el esquema de clasificación de Anagnostidis y Komárek (1985, 1988) y Komárek y Anagnostidis (1986, 1989). Para la identificación de las especies se emplearon además los siguientes trabajos: Geitler (1930-1932); Desikachary (1959); Starmach (1966); Kann y Komárek (1970); Bourrelly (1970); Komárek y Kann (1973); Komárek y Kovacic (1987); Watanabe y Komárek (1989); Montejano *et al.* (1993); Komárek y Novelo (1994); Gold-Morgan *et al.* (1994).

Para la clase Bacillariophyceae se siguió el esquema de clasificación de Simonsen (1979); para la identificación de las especies se utilizaron los siguientes trabajos: Patrick y Reimer (1966, 1975); Bourrelly (1968); Germain (1981); Sarode y

Kamat (1984); Lee y Round (1988); Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b).

Para la clase Chlorophyceae se empleó el esquema de clasificación de Bourrelly (1972), y para la identificación específica se utilizaron los siguientes trabajos: West y West (1904); Israelson (1942); Transeau (1951); Ventakatamaram (1961); Hoek (1963); Islam (1963); Hegewald y Silva (1988).

Para la clase Rhodophyceae se siguió el esquema de clasificación de Garbary y Gabrielson (1990) y, para la identificación de especies, a Starmach (1969, 1977), Bourrelly (1970), Vis *et al.* (1992) y Necchi *et al.* (1993).

## RESULTADOS

Se describen 100 especies en las tres localidades, con las siguientes proporciones: 47 especies de la clase Cyanophyceae (47 %), diez especies de la clase Chlorophyceae (10 %), tres especies de la clase Rhodophyceae (3 %), 39 especies de la clase Bacillariophyceae (39 %) y una especie de la clase Xanthophyceae (1 %). Se presenta la lista de especies y su distribución por localidades (Apéndice 1). Las formas de vida que se observaron fueron: epilíticas (5), bentónicas (39), epifíticas (29), metafíticas (20) y planctónicas (12). En el cuadro 1 se presentan las características fisicoquímicas registradas en cada localidad, y a continuación, las claves y descripciones de las especies.

Cuadro 1. Características fisicoquímicas de las localidades de estudio

Localidad	pH	Temp. agua (°C)	Dureza ppm CaCO <sub>3</sub>	[O <sub>2</sub> ] (mg/l)	Conduc. (µmhos)	Velocidad de Corriente (m/s)
Las Huertas	7	30	*	5.9	2100	1.3-0.5
Los Manantiales	6.5-7	30	*	2.1-6.4	2100	0.22-1.82
Xicatlacotla	7-7.8	30	322.22	7	600	0.41-1.32

\*No se tiene registro.

Los gradientes son resultado de todas las fechas de colecta.

## CLAVE PARA LAS ESPECIES DE LA CLASE CYANOPHYCEAE

1a. Talo unicelular, solitario o en agregados .....	2
1b. Talo pseudofilamentoso o filamentoso .....	10
2a (1a). Células en agregados (cenobios) .....	3
2b. Células solitarias (o en agregados de pocas células).....	6
3a (2a). Células con división celular en un plano (células sin arreglo en el cenobio).....	<i>Aphanothece microscopica</i>
3b. Células con división celular en dos o tres planos (células con arreglo regular en el cenobio) .....	4
4a (3b). División celular en dos planos, cenobios tabulares, produce células en grupos de cuatro.....	<i>Merismopedia punctata</i>
4b. División celular en tres planos, cenobios esféricos, produce células esféricas en grupos de dos a ocho.....	5
5a (4b). Células con vaina hialina delgada .....	<i>Chroococcus indicus</i>
5b. Células con vaina amarillenta, gruesa, generalmente lamelada..	<i>Chroococcus cf. turgidus</i>
6a (2b). Crecimiento celular isopolar .....	7
6b. Crecimiento celular heteropolar .....	8
7a (6b). Células con vaina lamelada .....	<i>Xenococcus lamellosus</i>
7b. Células con vaina lisa .....	<i>Xenococcus bicudoii</i>
8a (6a). División celular apical sucesiva en un plano perpendicular al eje, forma una o varias cadenas de exocitos .....	9
8b. División celular apical sucesiva en varios planos, la primera división perpendicular al eje, posteriormente la parte distal se divide sucesivamente .....	<i>Chamaecalyx swirenkoi</i>
9a (8a). Exocitos dispuestos en una hilera .....	<i>Stichosiphon sansibaricus</i>
9b. Exocitos dispuestos en una o varias hileras.....	<i>Chamaesiphon confervicola</i>
10a (1b). Talo pseudofilamentoso con nanocitos .....	<i>Pleurocapsa minor</i>
10b. Talo filamentoso .....	11
11a (10b). Filamentos con heterocitos .....	12
11b. Filamentos sin heterocitos .....	19
12a (11a). Filamentos con ramificación .....	13
12b. Filamentos sin ramificación .....	15
13a (12a). Filamentos con ramificación falsa .....	<i>Scytonema coactile</i>
13b. Filamentos con ramificación verdadera .....	14
14a (13b). Filamentos con ramas laterales mayores a 120 µm de largo.....	<i>Hapalosiphon intricatus</i>
14b. Filamentos con ramas laterales menores a 100 µm de largo.....	<i>Hapalosiphon welwitschii</i>
15a (12b). Filamentos o tricomas atenuados hacia el ápice, heterocito basal .....	16
15b. Filamentos no atenuados hacia el ápice, heterocito intercalar o apical, células redondeadas a lo largo del tricoma .....	17
16a (15a). Tricomas de 5.2-6 µm de diámetro; con constricciones en los septos de las células basales; vaina delgada .....	<i>Calothrix braunii</i>
16b. Tricomas de 6.6-6.8 µm de diámetro; sin constricciones en los septos; vaina gruesa .....	<i>Calothrix fusca</i>
17a (15b). Tricomas helicoidales.....	<i>Anabaenopsis tanganyikae</i>
17b. Tricomas lineales .....	18
18a (17b). Filamentos generalmente solitarios, células apicales cónicas .....	<i>Anabaena sp.</i>

18b. Filamentos raramente solitarios, células apicales redondeadas .....	<i>Nostoc</i> sp.
19a (11b). Vaina no visible .....	20
19b. Vaina visible .....	27
20a (19a). Filamentos helicoidales .....	<i>Spirulina major</i>
20b. Filamentos rectos o ligeramente ondulados .....	21
21a (19b). Tricomas con células más largas que anchas (cilíndricas) .....	
.....	<i>Jaaginema pseudogeminatum</i>
21b. Tricomas con células más anchas que largas (cúbicas) .....	22
22a (21b). Con constricciones en los septos .....	23
22b. Sin constricciones en los septos .....	24
23a (22a). Células de 6 a 7 µm de diámetro .....	<i>Oscillatoria proteus</i>
23b. Células de 12 a 20 µm de diámetro.....	<i>Oscillatoria sancta</i>
24a (22b). Células mayores a 8 µm de diámetro .....	25
24b. Células menores a 5 µm de diámetro .....	<i>Oscillatoria obscura</i>
25a (24b). Células mayores a 25 µm de diámetro .....	<i>Oscillatoria princeps</i>
25b. Células menores a 20 µm de diámetro .....	26
26a (25b). Tricoma curvado en el extremo apical; célula apical redondeada sin caliptra .....	<i>Oscillatoria curviceps</i>
26b. Tricomas rectos en extremo apical; célula apical redondeada con ligero engrosamiento en la pared .....	<i>Oscillatoria limosa</i>
27a (19b). Varios tricomas por vaina .....	28
27b. Un tricoma por vaina .....	32
28a (27a). Vaina firme y lamelada, frecuentemente el filamento tiene ramificación falsa .....	<i>Blennothrix ganeshii</i>
28b. Vaina amplia no lamelada, raramente presenta ramificación falsa .....	29
29a (28b). Célula apical cónica o redondeada .....	30
29b. Célula apical no cónica o redondeada (atenuada) .....	<i>Microcoleus acutissimus</i>
30a (29b). Sin constricciones en los septos .....	<i>Microcoleus paludosus</i>
30b. Con constricciones en los septos .....	31
31a (30b). Células mayores a 4 µm de diámetro .....	<i>Microcoleus lacustris</i>
31b. Células menores a 3 µm de diámetro.....	<i>Microcoleus sociatus</i>
32a (27b). Filamentos con ramificación falsa (frecuentemente) .....	<i>Plectonema tomasinianum</i>
32b. Filamentos sin ramificación falsa (o muy rara) .....	33
33a (32b). Filamentos adheridos al sustrato en toda su superficie.....	<i>Leibleinia gracilis</i>
33b. Filamentos no adheridos al sustrato en toda su superficie .....	34
34a (33b). Filamentos con crecimiento heteropolar, obligadamente fijos a un sustrato .....	<i>Heteroleibleinia kuetzingii</i>
34b. Filamentos con crecimiento isopolar, fijos o no a un sustrato .....	35
35a (34b). Filamentos con células discoidales .....	36
35b. Filamentos con células rectangulares .....	41
36a (35a). Vaina gruesa, lamelada .....	37
36b. Vaina delgada, no lamelada.....	<i>Lyngbya gardneri</i>
37a (36a). Septos con constricciones .....	38
37b. Septos sin constricciones .....	40
38a (37a). Células de 5.3-10.3 µm de largo .....	<i>Lyngbya subconfervoides</i>
38b. Células menores a 5 µm de largo .....	39
39a (38b). Células de 7-17 µm de diámetro.....	<i>Lyngbya major</i>

39b. Células de 28-36 $\mu\text{m}$ de diámetro .....	<i>Lyngbya magnifica</i>
40a (37b). Células de 8-9 $\mu\text{m}$ de diámetro .....	<i>Lyngbya aestuarii</i>
40b. Células hasta 33-44 $\mu\text{m}$ de diámetro .....	<i>Lyngbya latissima</i>
41a (35b). Vaina lamelada .....	<i>Porphyrosiphon martensianus</i>
41b. Vaina no lamelada .....	42
42a (41b). Vaina gruesa .....	<i>Phormidium puteale</i>
42b. Vaina delgada .....	43
43a (42b). Septos con constricciones con gránulos en los septos .....	<i>Phormidium tenue</i>
43b. Septos sin constricciones sin gránulos en los septos .....	44
44a (43b). Células de 7-12 $\mu\text{m}$ de diámetro.....	<i>Phormidium retzii</i>
44b. Células menores de 5 $\mu\text{m}$ de diámetro .....	45
45a (44b). Células de 3-5 $\mu\text{m}$ de largo .....	<i>Phormidium allorgei</i>
45b. Células menores de 3 $\mu\text{m}$ de largo .....	46
46a (45b). Célula apical cónica a redondeada .....	<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>
46b. Célula apical redondeada .....	<i>Phormidium diguetii</i>

### Descripción de las especies de la clase Cyanophyceae

Clase CYANOPHYCEAE  
 Orden CHROOCOCCALES  
 Familia MICROCYSTACEAE

#### *Aphanothece* Nägeli

*Aphanothece microscopica* Nägeli (Lámina 1, fig. a).

Células elipsoidales, 4.14 a 4.5  $\mu\text{m}$  diámetro, 5.58 a 7.83  $\mu\text{m}$  de longitud; vaina individual no evidente; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2038*.

#### *Merismopedia* Meyen

*Merismopedia punctata* Meyen (Lámina 1, fig. b).

Cenobios rectangulares con células cilíndricas, 2.40 a 2.88  $\mu\text{m}$  de diámetro, 1.92 a 2.88  $\mu\text{m}$  de longitud, células en división constreñidas en la parte media; vaina mucilaginoso; contenido celular homogéneo, de color verde azul. Planc-tónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1951, 1953, 1964*.



## Familia CHROOCOCCACEAE

*Chroococcus* Nägeli

*Chroococcus indicus* Zeller (Lámina 1, fig. c).

Cenobios pequeños con células hemisféricas, 3.84 a 7.36  $\mu\text{m}$  diámetro, 3.84 a 6.24  $\mu\text{m}$  de longitud; vaina hialina, delgada; contenido celular granuloso, de color verde azul. Planctónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1964*.

*Chroococcus* cf. *turgidus* (Kützing) Nägeli (Lámina 1, fig. d).

Cenobios de dos a cuatro células, muy raramente con más de 8 células; células hemisféricas, 13.44 a 15.52  $\mu\text{m}$  de diámetro; vaina gruesa, amarillenta, generalmente lamelada; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul brillante. Planctónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1964*.

## Familia CHAMAESIPHONACEAE

*Chamaecalyx* Komárek et Anagnostidis

*Chamaecalyx swirenkoi* (Sirsov) Komárek et Anagnostidis (Lámina 1, fig. e).

Células solitarias, cortas en forma de copa, frecuentemente recto; células 5.30 a 7.56  $\mu\text{m}$  de diámetro, 3.33 a 12.15  $\mu\text{m}$  de longitud, con un distintivo pie de fijación corto; vaina hialina, delgada; contenido celular homogéneo, de color verde azul. La primera división celular en un plano perpendicular al eje, posteriormente la parte distal se divide sucesiva y espontáneamente. La célula proximal se mantiene sin dividir. Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2173, 2175, 2176*.

*Chamaesiphon* A. Braun et Grunow

*Chamaesiphon confervicola* A. Braun (Lámina 1, fig. g).

Filamentos cilíndricos claviformes; células 1.5 a 2.5  $\mu\text{m}$  de diámetro en la base, 3 a 9  $\mu\text{m}$  en el ápice, 1.5 a 3  $\mu\text{m}$  de longitud; nanocitos en grupos de cuatro (dos hileras); vaina hialina, delgada; contenido celular homogéneo, de color verde azul. División celular apical en varios planos que dan origen a una o varias hileras de exocitos. Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2122, 2132*.

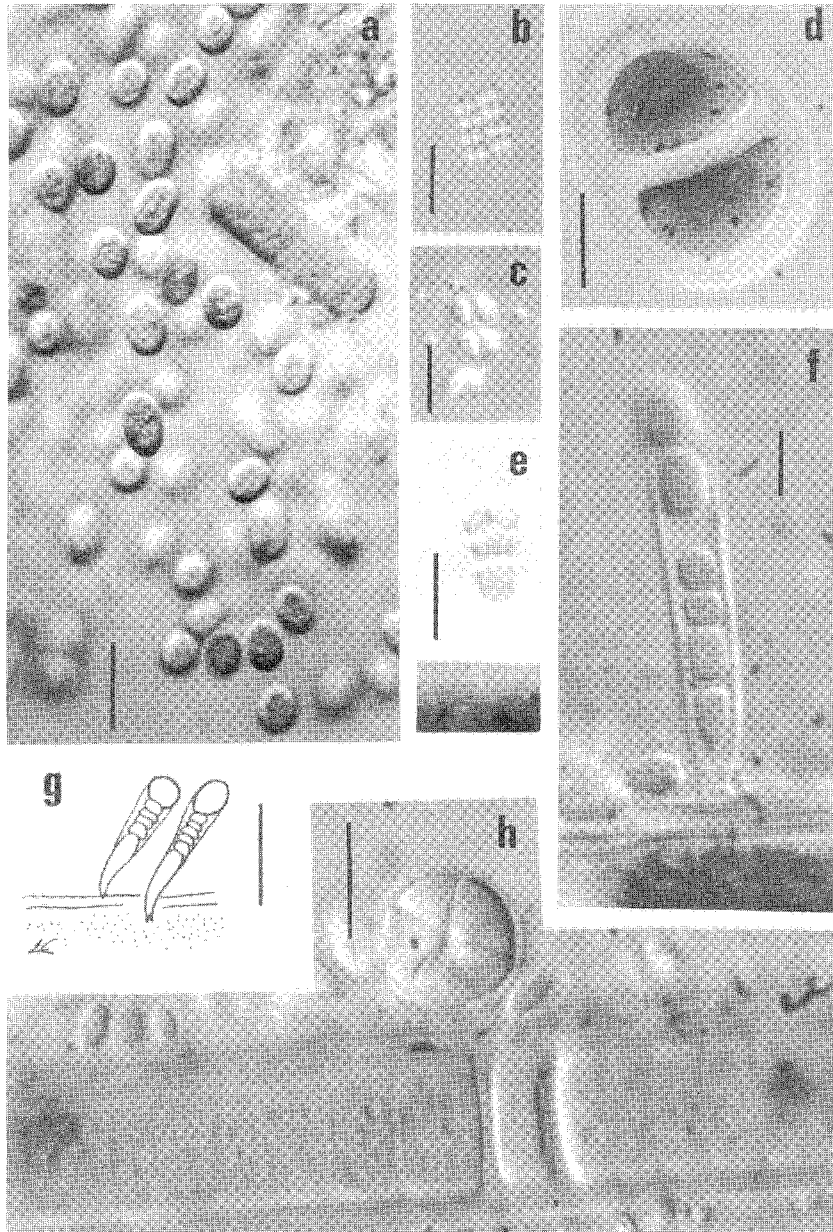


LÁMINA 1. a) *Aphanothece microscopica*; b) *Merismopedia punctata*; c) *Chroococcus indicus*; d) *Chroococcus* cf. *turgidus*; e) *Chamaecalyx swirenkoii*; f) *Stichosiphon sansibaricus*; g) *Chamaesiphon confervicola*; h) *Xenococcus bicudoii*. Escala de la barra 10  $\mu$ m.

*Stichosiphon* Geitler

*Stichosiphon sansibaricus* (Hieronymus) Drouet et Daily (Lámina 1, fig. f).

Filamentos 6 a 7  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 4.25 a 6  $\mu\text{m}$  diámetro, 5.75 a 8.75  $\mu\text{m}$  de longitud, la primera célula esférica, después cilíndricas; vaina hialina, delgada; contenido celular homogéneo, de color verde azul. División celular apical en un plano perpendicular al eje, formando una hilera de células que dan la apariencia de un rosario de cuatro a 12, que se liberan por hendiduras de la pared apical de la célula madre. Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2032*.

## Familia XENOCOCCACEAE

*Xenococcus* Thuret

*Xenococcus bicudoii* Montejano, Gold et Komárek (Láminas 1,2, figs. h,a,b).

Células esféricas o irregulares, creciendo solitarias o en grupos, tapizando la pared celular de otras algas; células vegetativas con vaina 6.3 a 10.7  $\mu\text{m}$  de diámetro, sin vaina 4.8 a 6.7  $\mu\text{m}$  de diámetro; célula madre de forma esférica, ligeramente elongadas, 9.81 a 17.37  $\mu\text{m}$  de diámetro con numerosos nanocitos, 2.16 a 2.25  $\mu\text{m}$  de diámetro; vaina lisa, delgada; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul grisáceo. Fisión binaria frecuente. Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2180*.

*Xenococcus lamellosus* Gold-Morgan, Montejano et Komárek

Células esféricas, creciendo solitarias o en grupos de pocas células, tapizando la pared celular de otras algas; células vegetativas con vaina 8 a 9.8  $\mu\text{m}$  de diámetro, sin vaina 7.4 a 8.5  $\mu\text{m}$  de diámetro; célula madre de forma esférica, ligeramente elongada, 8 a 15.5  $\mu\text{m}$  de diámetro con numerosos nanocitos, 3.2 a 4.4  $\mu\text{m}$  de diámetro; vaina lamelada, amplia y firme; contenido celular finamente granuloso, de color violeta. Fisión binaria no frecuente. Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2420A*.

## Familia HYDROCOCCACEAE

*Pleurocapsa* Thuret ex Hauck

*Pleurocapsa minor* Hansgirg (Lámina 2, fig. c).

Talo costroso, pseudofilamentoso, células de forma irregular 3.04 a 9.90  $\mu\text{m}$  de diámetro y 5.51 a 12.78  $\mu\text{m}$  de longitud; vaina hialina, delgada; contenido celular finamente granuloso, de color verde olivo. Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2211*.

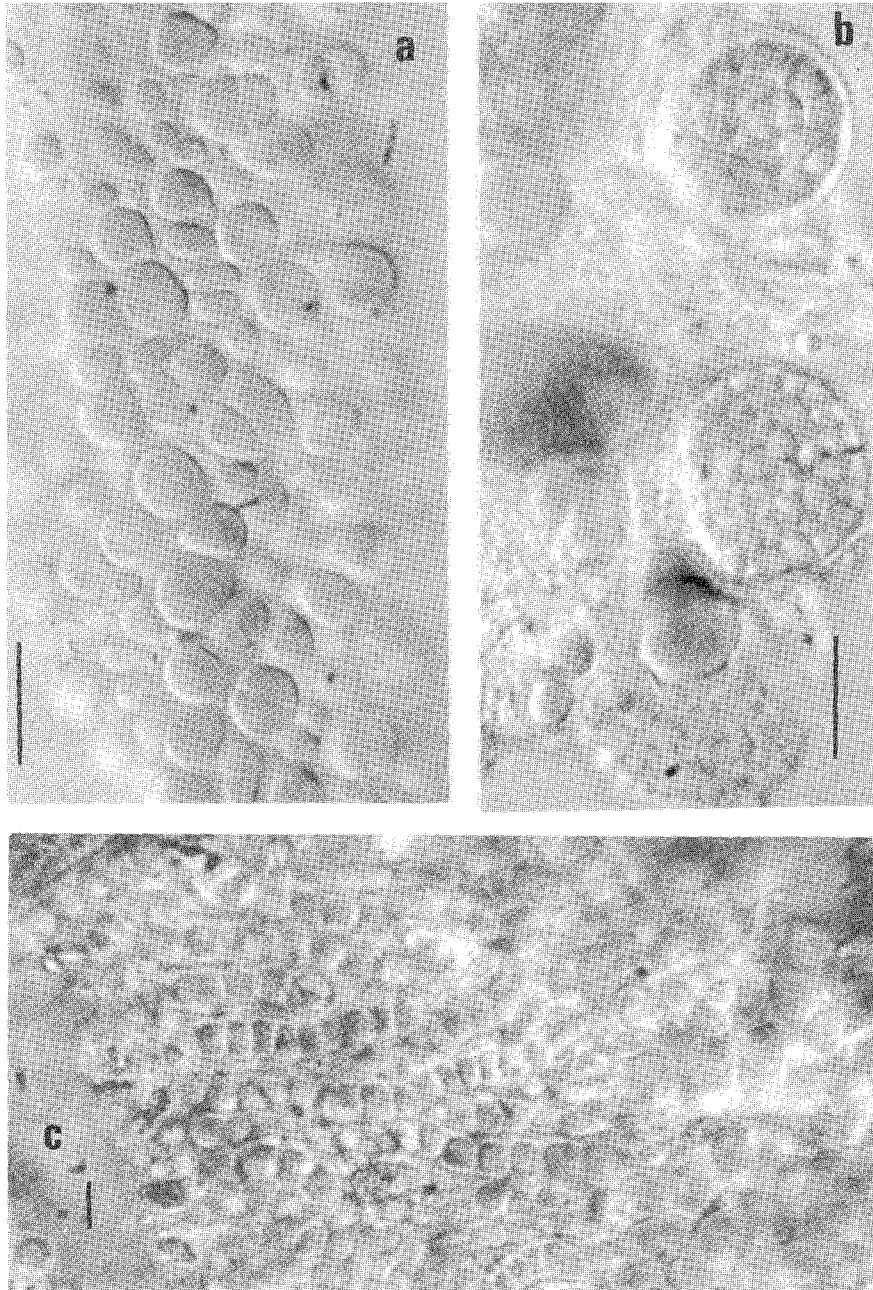


LÁMINA 2. a, b) *Xenococcus bicudo*; c) *Pleurocapsa minor*. Escala de la barra 10  $\mu$ m.

Orden NOSTOCALES  
Familia SCYTONEMATACEAE

*Scytonema* C. Agardh ex Bornet et Flahault

*Scytonema coactile* Montagne ex Kützing (Lámina 3, fig. a).

Filamentos formando pequeños mechones parduscos, 12 a 18  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 12 a 18  $\mu\text{m}$  de diámetro, 10.5 a 17.5  $\mu\text{m}$  de longitud; heterocitos cilíndricos, 13.5 a 17.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 7  $\mu\text{m}$  de longitud; vaina lamelada, gruesa; contenido celular granuloso, de color verde azul. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE* 2041, 2173, 2198.

Familia RIVULARIACEAE

*Calothrix* C. Agardh ex Bornet et Flahault

*Calothrix braunii* Bornet et Flahault (Lámina 3, fig. b).

Filamentos paralelos, gradualmente atenuados; células 5.17 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2.47 a 3.8  $\mu\text{m}$  de longitud; constricciones en los septos en células basales; heterocitos hemisféricos 6.08  $\mu\text{m}$  de diámetro, 6.74  $\mu\text{m}$  de longitud; vaina hialina, delgada; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE* 2204.

*Calothrix fusca* (Kützing) Bornet et Flahault (Lámina 3, fig. c).

Filamentos 5.4 a 8.64  $\mu\text{m}$  de diámetro en la base; 2.37 a 5.85 en el ápice; células 6.57 a 6.84  $\mu\text{m}$  de diámetro en la base sin constricciones en los septos, 4.05 a 4.64  $\mu\text{m}$  en el ápice, terminado en largos pelos; 4.59 a 5.55  $\mu\text{m}$  de longitud en la base, 3.33 a 4.05  $\mu\text{m}$  de longitud en el ápice; heterocito hemisférico, 5.76 a 6.49  $\mu\text{m}$  de diámetro, 4.95 a 6.75  $\mu\text{m}$  de longitud; vaina gruesa; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Epifítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 2165.

Familia NOSTOCACEAE

*Anabaena* Bory ex Bornet et Flahault

*Anabaena* sp. (Lámina 3, fig. d).

Células 5.25 a 6.25  $\mu\text{m}$  de diámetro, 4.75 a 6  $\mu\text{m}$  de longitud; heterocitos 6.75 a 7  $\mu\text{m}$  de diámetro, 6.25 a 7.75  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical cónica; contenido celular homogéneo, de color verde azul. Planctónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 1964.

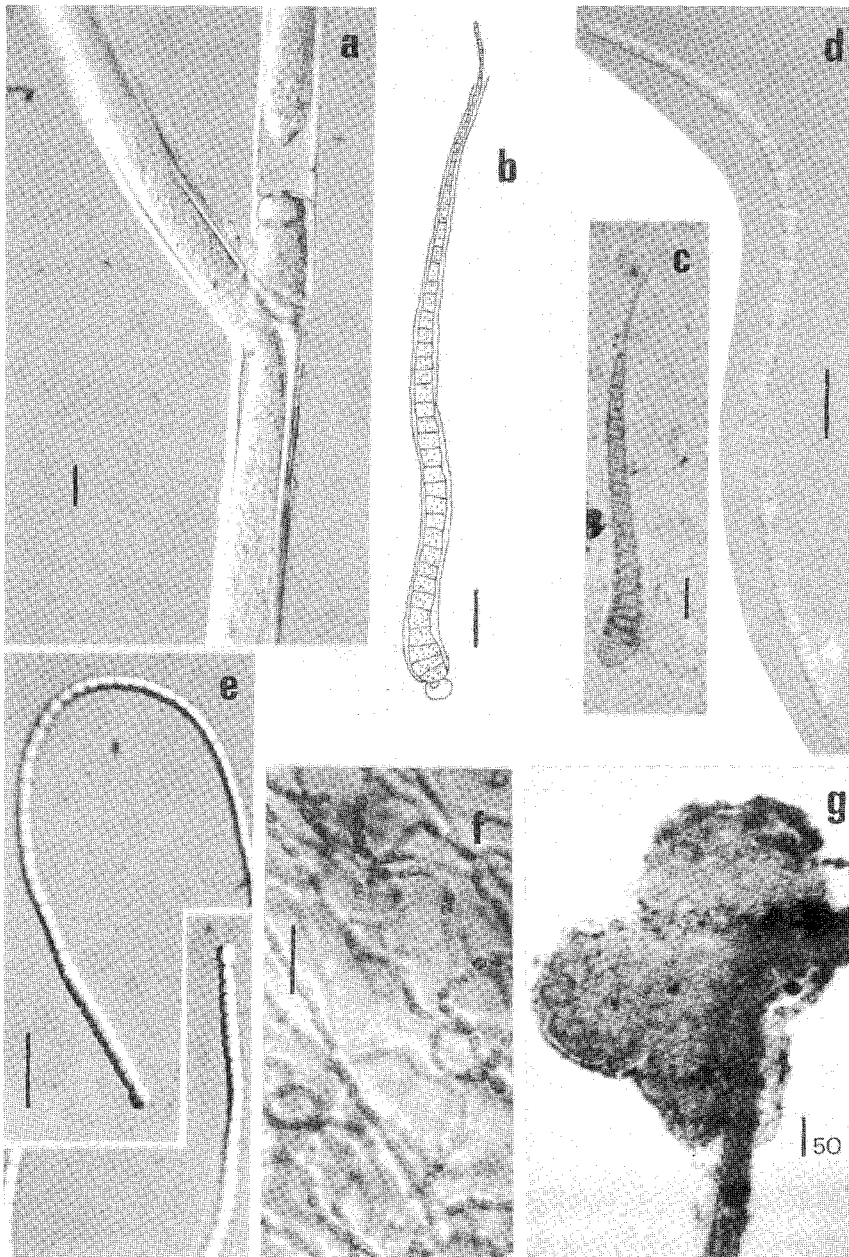


LÁMINA 3. a) *Scytonema coactile*; b) *Calothrix braunii*; c) *Calothrix fusca*; d) *Anabaena* sp.; e) *Anabaenopsis tanganyikae*; f) Tricomas de *Nostoc* sp.; g) Crecimiento visible de *Nostoc* sp. Escala de la barra 10  $\mu$ m.

*Anabaenopsis* V.V. Miller

*Anabaenopsis tanganyikae* (G.S. West) V.V. Miller (Lámina 3, fig. e).

Filamentos cortos, espiralados; células 2.4 a 2.6  $\mu\text{m}$  de diámetro, 3.8 a 8.5  $\mu\text{m}$  de longitud; heterocitos elipsoidales 3 a 5.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 3.9 a 7.9  $\mu\text{m}$  de longitud; contenido celular granuloso, de color verde azul. Planctónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2109*.

*Nostoc* Vaucher ex Bornet et Flahault

*Nostoc* sp. (Lámina 3, figs. f,g).

Talo globoso, de color verde azul a olivo; filamentos laxamente enredados; células 3.15 a 4.74  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2.61 a 6.25  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical hemisférica; heterocitos intercalares subesféricos 4.41 a 6.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 5.44 a 10.25  $\mu\text{m}$  de longitud; acinetos 8.6  $\mu\text{m}$  de diámetro, 12.12  $\mu\text{m}$  de longitud; vaina hialina; contenido celular homogéneo, de color verde azul. Epilíticas.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2034, 2177*.

## Orden STIGONEMATALES

## Familia MASTIGOCLADACEAE

*Hapalosiphon* Nägeli ex Bornet et Flahault

*Hapalosiphon intricatus* W. West et G.S. West. (Lámina 4, fig. a).

Filamentos de color verde brillante, densamente entremezclados, escasamente ramificados, 4.5 a 8.01  $\mu\text{m}$  de diámetro; células cilíndricas, 3.75 a 5.25  $\mu\text{m}$  de diámetro, 10.08 a 13.5  $\mu\text{m}$  de longitud; ramas laterales largas, más de 120  $\mu\text{m}$  de largo, con células tan anchas como las del eje principal; heterocitos intercalares, subcuadrados a cilíndricos de 2.38 a 5.25  $\mu\text{m}$  de diámetro y de 4.5 a 10.27  $\mu\text{m}$  de longitud; vaina hialina, cerrada; contenido celular granuloso, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2027, 2030*.

*Hapalosiphon welwitschii* W. West et G.S. West. (Lámina 4, fig. b).

Filamentos de color verde azul, escasamente ramificados, 7.74 a 8.22  $\mu\text{m}$  de diámetro; células subesféricas o elongadas, 4.68 a 7.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, ligeramente atenuadas en los ápices; ramas menores a 100  $\mu\text{m}$  de largo; células de las ramas cortas, 3.2 a 7.5  $\mu\text{m}$  de diámetro; 6.77 a 19.6  $\mu\text{m}$  de longitud; vaina hialina, cerrada; contenido celular granuloso, de color verde brillante. Metafítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2172*.

Orden OSCILLATORIALES  
Familia PSEUDANABAENACEAE

*Jaaginema* Anagnostidis et Komárek

*Jaaginema pseudogeminatum* (Schmid) Anagnostidis et Komárek (Lámina 4, fig. c).

Células 1.53 a 1.8  $\mu\text{m}$  de diámetro, 1.44 a 3.33  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical redondeada; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2035*.

*Leibleimia* (Gomont) L. Hoffmann

*Leibleimia gracilis* Meneghini (Lámina 4, fig. d).

Filamentos 8 a 11.8  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 5 a 8  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2.8 a 4.6  $\mu\text{m}$  de longitud, constricciones en los septos; célula apical redondeada, ligeramente engrosada en la pared; vaina hialina; contenido celular con un gránulo en el centro, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2110*.

Familia PHORMIDIACEAE

*Phormidium* Kützing ex Gomont

*Phormidium aerugineo-caeruleum* (Kützing ex Gomont) Anagnostidis et Komárek (Lámina 4, fig. e).

Filamentos 6.39 a 8.10  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 4.32 a 4.59  $\mu\text{m}$  de diámetro, 1.98 a 3.06  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical cónica a redondeada; vaina delgada, 1-1.8  $\mu\text{m}$ , firme, no lamelada; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2032, 2202, 2207, 2208*.

*Phormidium allorgei* (Frémy) Anagnostidis et Komárek (Lámina 4, fig. f).

Filamentos delgados 3.4 a 4.7  $\mu\text{m}$ ; células 3.42 a 4.65  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2.79 a 5.12  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical redondeada; vaina delgada; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2201, 2202*.

*Phormidium diguetii* (Gomont) Anagnostidis et Komárek (Lámina 4, fig. g).

Filamentos 2.01 a 3.24  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 1.71 a 2.79  $\mu\text{m}$  de diámetro, 1.35 a 2.25  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical redondeada; vaina hialina, delgada, 0.4-0.7  $\mu\text{m}$ ; contenido celular homogéneo, de color verde azul. Epilítica, bentónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 2165, 2169, 2171*.



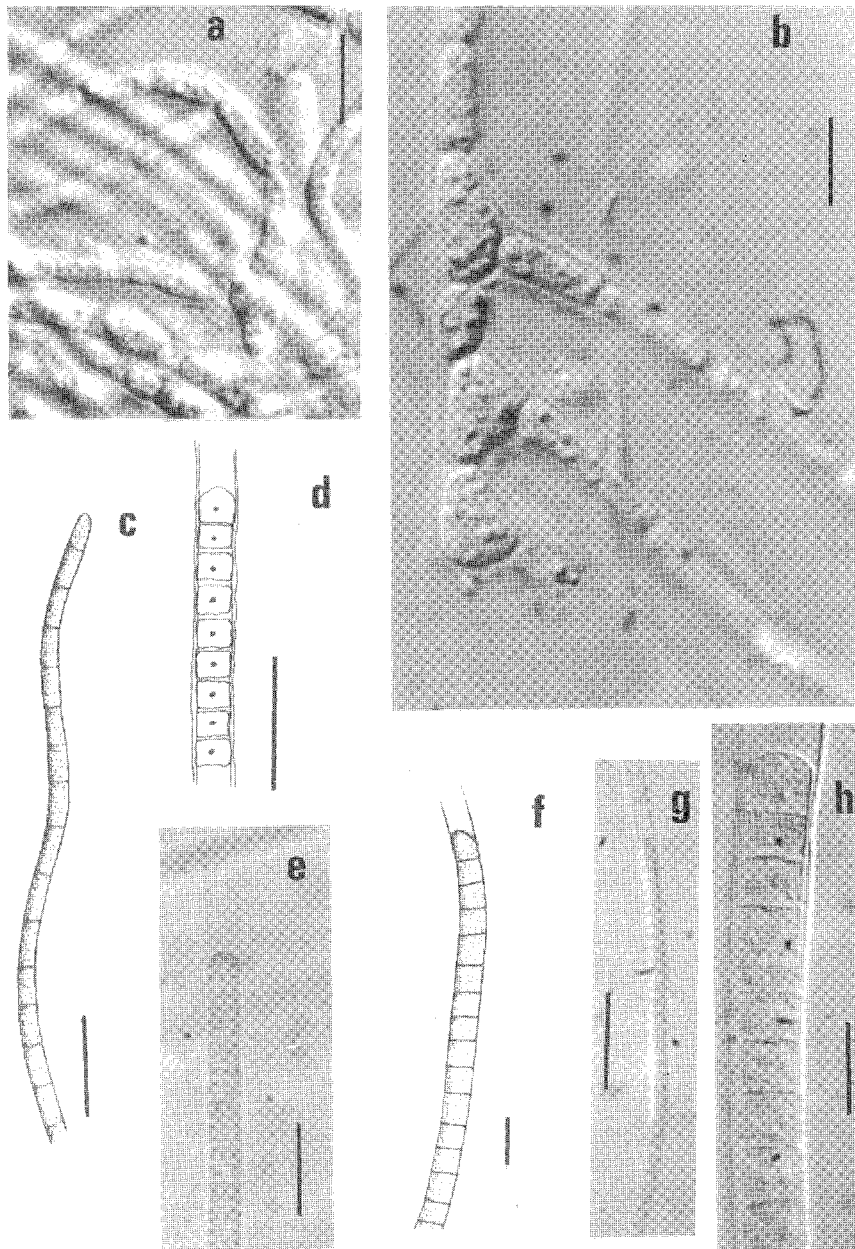


LÁMINA 4. a) *Hapalosiphon intricatus*; b) *Hapalosiphon welwitschii*; c) *Jaaginema pseudogeminatum*; d) *Leibleinia gracilis*; e) *Phormidium aerugineo-caeruleum*; f) *Phormidium allorgei*; g) *Phormidium diguetii*; h) *Phormidium retzii*. Escala de la barra 10  $\mu\text{m}$ .

*Phormidium puteale* (Montagne ex Gomont) Anagnostidis et Komárek (Lámina 5, fig. a).

Filamentos 6.4 a 12.88  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 5.6 a 9.66  $\mu\text{m}$  de diámetro, 3.5 a 7  $\mu\text{m}$  de longitud; constricciones en los septos, ocasionalmente ausentes; célula apical redondeada; vaina hialina, gruesa 2.2-4.3  $\mu\text{m}$ ; contenido celular granuloso, de color verde azul. Bentónica.

Localidades: Los Manantiales, Las Huertas. *BALE* 2028, 2032, 2042-2044, 2122, 2196, 2197, 2213.

*Phormidium retzii* (J. Agardh) Kützing (Lámina 4, fig. h).

Filamentos 9.9-12.25  $\mu\text{m}$ , formando matas; células 6.88 a 12  $\mu\text{m}$  de diámetro, 6 a 7.5  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical redondeada; vaina delgada, 1-2.3  $\mu\text{m}$ , firme; contenido celular granuloso, de color verde azul. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE* 2122, 2126, 2128, 2131, 2185, 2189, 2200.

*Phormidium tenue* (C. Agardh ex Gomont) Anagnostidis et Komárek (Lámina 5, fig. b).

Filamentos 4.1 a 5.04  $\mu\text{m}$ ; tricomas móviles; células 4.41 a 5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2.07 a 4.05  $\mu\text{m}$  de longitud; septos constreñidos, frecuentemente granulosos; célula apical redondeada; vaina poco evidente, presente bajo condiciones ambientales particulares especiales; contenido celular homogéneo, de color verde azul. Planctónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 1951.

#### *Porphyrosiphon* Kützing ex Gomont

*Porphyrosiphon martensianus* (Meneghini ex Gomont) Anagnostidis et Komárek (Lámina 5, fig. c).

Filamentos largos más o menos flexibles, 9 a 14.4  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 6.48 a 12.09  $\mu\text{m}$  de diámetro, 1.17 a 3.24  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical redondeada; vaina lamelada, hialina, 1.44 a 1.89  $\mu\text{m}$  de espesor; contenido celular granuloso, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE* 2037, 2038, 2196, 2197, 2203, 2213.

#### *Microcoleus* Desmazières ex Gomont

*Microcoleus acutissimus* Gardner (Lámina 5, fig. d).

Filamentos frecuentemente rectos, 27  $\mu\text{m}$  de diámetro; tricomas frecuentemente paralelos; células 1.98 a 2.7  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2.7 a 6.12  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical atenuada; vaina hialina, mucilaginoso; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Las Huertas. *BALE* 2042-2045.

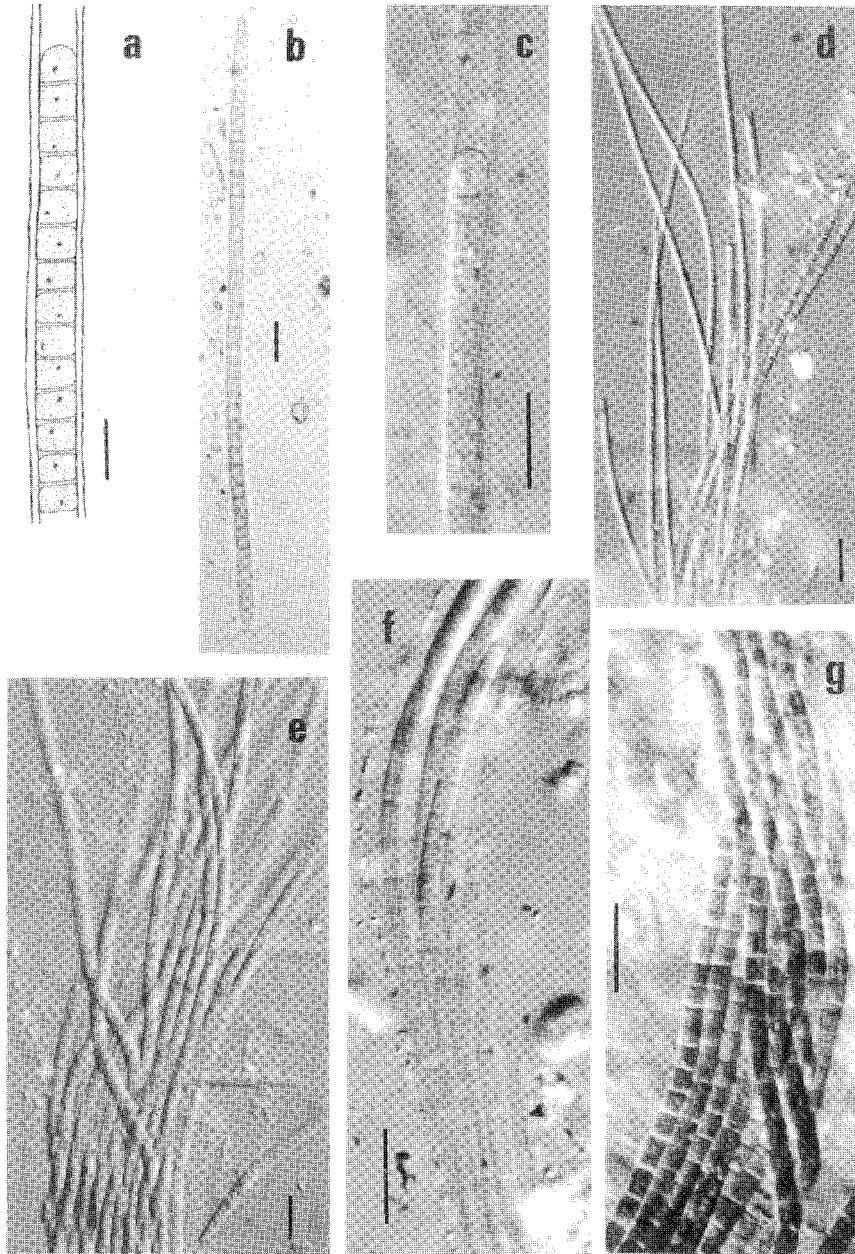


LÁMINA 5. a) *Phormidium puteale*; b) *Phormidium tenue*; c) *Porphyrosiphon martensianus*; d) *Microcoleus acutissimus*; e) *Microcoleus lacustris*; f) *Microcoleus paludosus*; g) *Microcoleus sociatus*. Escala de la barra 10  $\mu\text{m}$ .

*Microcoleus lacustris* Farlow ex Gomont (Lámina 5, fig. e).

Filamentos 49.5 a 50  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 4.23 a 4.32  $\mu\text{m}$  de diámetro, 5.04 a 6.21  $\mu\text{m}$  de longitud; ligeramente constreñida en los septos; célula apical redondeada a cónica; vaina hialina, mucilaginosa; contenido celular granuloso, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Las Huertas. *BALE 2042*.

*Microcoleus paludosus* (Kützing) Gomont (Lámina 5, fig. f).

Filamentos 14.4 a 38.4  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 4.8 a 6.4  $\mu\text{m}$  de diámetro, 4 a 6.4  $\mu\text{m}$  de longitud; sin gránulos y constricciones en los septos; célula apical cónica; vaina difluente; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2108, 2110, 2205*.

*Microcoleus sociatus* W. West et G.S. West (Lámina 5, fig. g).

Filamentos 54 a 65  $\mu\text{m}$ ; células 2.24 a 2.97  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2.52 a 5.76  $\mu\text{m}$  de longitud, constricciones en los septos; célula apical cónica; vaina firme, hialina, abierta en los ápices; contenido celular homogéneo, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2028*.

#### *Spirulina* Turpin ex Gomont

*Spirulina major* Kützing ex Gomont (Lámina 6, fig. a).

Filamentos helicoidales; células 1.35 a 1.94  $\mu\text{m}$  de diámetro, 1.17 a 1.44  $\mu\text{m}$  de longitud, sin septos evidentes; de 2.7 a 5  $\mu\text{m}$  de distancia entre espiras; contenido celular homogéneo, de color verde azul; ápice redondeado. Planctónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1964*.

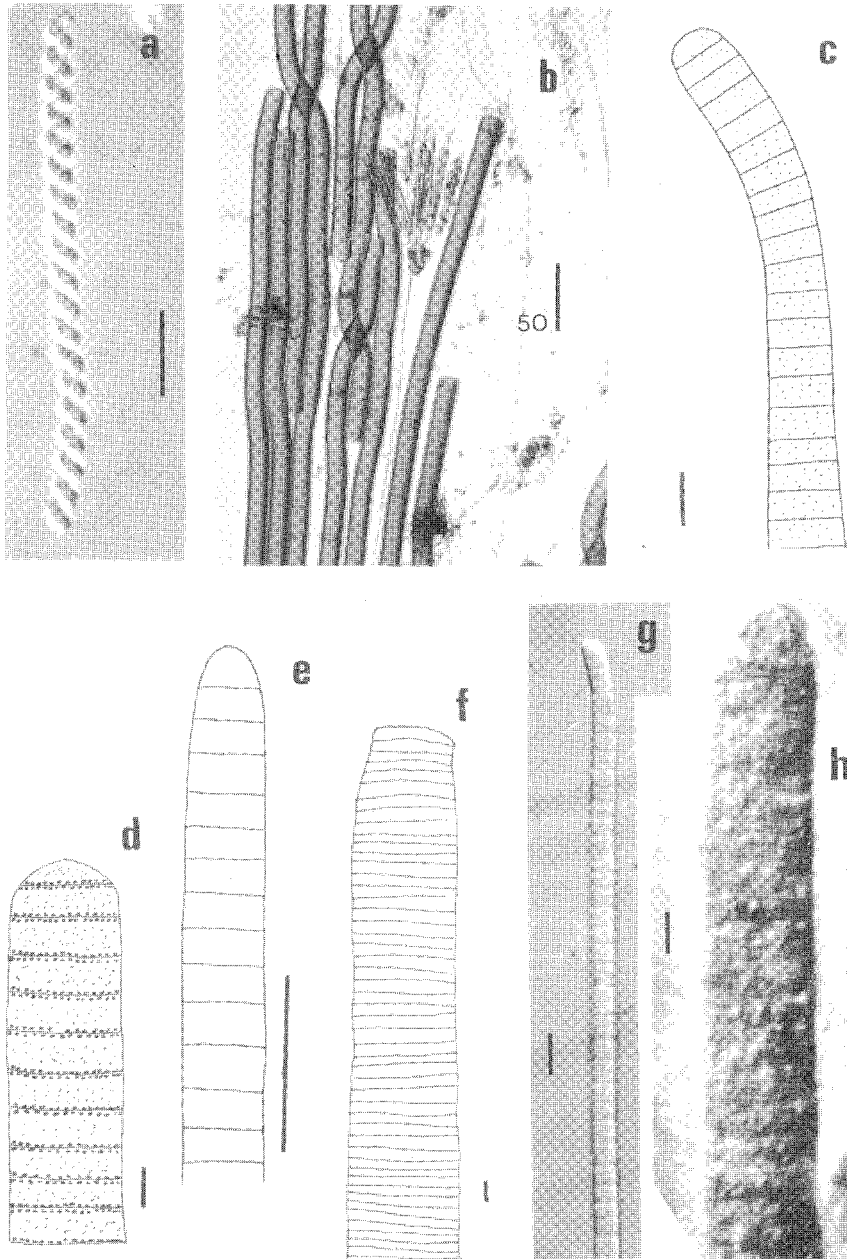
#### Familia OSCILLATORIACEAE

#### *Blennothrix* Kützing ex Anagnostidis et Komárek

*Blennothrix ganeshii* Watanabe et Komárek (Lámina 6, fig. b).

Filamentos 46.5 a 56.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, dispuestos paralelamente dentro de un talo flexuoso, en ocasiones el filamento presenta ramificación falsa; células 27.1 a 35.09  $\mu\text{m}$  de diámetro, 4 a 5.25  $\mu\text{m}$  de largo; ápice redondeado; vaina con una a cuatro tricomas, firme, lamelada, 8.75 a 11.25  $\mu\text{m}$  de espesor; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2174*.



LAMINA 6. a) *Spirulina major*; b) *Blennothrix ganeshii*; c) *Oscillatoria curviceps*; d) *Oscillatoria limosa*; e) *Oscillatoria obscura*; f) *Oscillatoria princeps*; g) *Oscillatoria proteus*; h) *Oscillatoria sancta*. Escala de la barra 10 µm, excepto cuando se indica lo contrario.

***Oscillatoria* Vaucher ex Gomont**

*Oscillatoria curviceps* C. Agardh (Lámina 6, fig. c).

Células 8.96 a 11.84  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2.56 a 4.96  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical redondeada, ligeramente curvada, sin caliptra; contenido celular granuloso, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1953*.

*Oscillatoria limosa* C. Agardh (Lámina 6, fig. d).

Células 8.6 a 20  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2.85 a 4.28  $\mu\text{m}$  de longitud; gránulos los septos; célula apical redondeada con un ligero engrosamiento en la pared, sin ser una caliptra definida; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Metafítica

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2127*.

*Oscillatoria obscura* Brühl et Biswas (Lámina 6, fig. e).

Células 3.64 a 4.48  $\mu\text{m}$  de diámetro, 1.6 a 2.72  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical redondeada o atenuada; contenido celular homogéneo, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1964*.

*Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont (Lámina 6, fig. f).

Células 25 a 50  $\mu\text{m}$  de diámetro, 4 a 6.25  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical redondeada, ligeramente capitada, con un ligero engrosamiento en la pared; contenido celular homogéneo, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2034, 2124, 2131, 2183*.

*Oscillatoria proteus* Skuja (Lámina 6, fig. g).

Células 6 a 7  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2 a 3.7  $\mu\text{m}$  de longitud, septos constreñidos; célula apical redondeada a cónica; contenido celular granuloso, de color olivo a verde azul. Metafítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1964*.

*Oscillatoria sancta* (Kützing) Gomont (Lámina 6, fig. h).

Células 12.42 a 19.27  $\mu\text{m}$  de diámetro, 1.89 a 2.88  $\mu\text{m}$  de longitud, gránulos y constricciones en los septos; célula apical redondeada, ligeramente capitada; contenido celular granuloso, de color verde azul. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2035, 2127, 2129*.

***Lyngbya* C. Agardh ex Gomont**

*Lyngbya aestuarii* (Mertens) Liebmann (Lámina 7, fig. a).

Filamentos 8.37 a 10.53  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 8 a 8.64  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2.97 a 5.94  $\mu\text{m}$  de largo; célula apical de forma variada, cónica, truncada o algunas veces capitada; vaina firme, 0.57 a 1.9  $\mu\text{m}$  de espesor, lamelada; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2182, 2183, 2189*.

*Lyngbya gardneri* Geitler (Lámina 7, fig. b).

Filamentos 2.6 a 3  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 1.3 a 1.6  $\mu\text{m}$  de diámetro, ligeramente constreñidas en los septos; célula apical redondeada; vaina poco evidente; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Metafítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2110*.

*Lyngbya latissima* Prescott (Lámina 7, fig. c).

Filamentos 44.63 a 59.25  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 32.58 a 44.25  $\mu\text{m}$  de diámetro, 2.15 a 8.25  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical redondeada a cónica; vaina hialina, lamelada, 3.5 a 6.75  $\mu\text{m}$  de espesor; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2031, 2033, 2175, 2178*.

*Lyngbya magnifica* Gardner (Lámina 7, fig. d).

Filamentos 32 a 42  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 28 a 36  $\mu\text{m}$  de diámetro, 3.85  $\mu\text{m}$  de longitud, ligeramente constreñidas en los septos; célula apical redondeada; vaina hialina, ocasionalmente lamelada, 2 a 2.5  $\mu\text{m}$  de espesor; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2110*.

*Lyngbya major* Meneghini (Lámina 7, fig. e).

Filamentos 13.5 a 20.34  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 7.62 a 17.37  $\mu\text{m}$  de diámetro, 1.44 a 4.86  $\mu\text{m}$  de longitud, ligeramente constreñidas en los septos; célula apical redondeada; vaina hialina, lamelada, 1.71 a 2.61  $\mu\text{m}$  de espesor; contenido celular granuloso, de color verde azul. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2039, 2040*.

*Lyngbya subconfervoides* Borge (Lámina 7, fig. f).

Filamentos 22 a 23  $\mu\text{m}$  de diámetro; células 16.5 a 18.25  $\mu\text{m}$  de diámetro, 5.25 a 10.25  $\mu\text{m}$  de longitud, ligeramente constreñidas en los septos; célula apical redondeada; vaina hialina, lamelada, 1.75 a 3.75  $\mu\text{m}$  de espesor; contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Bentónica.

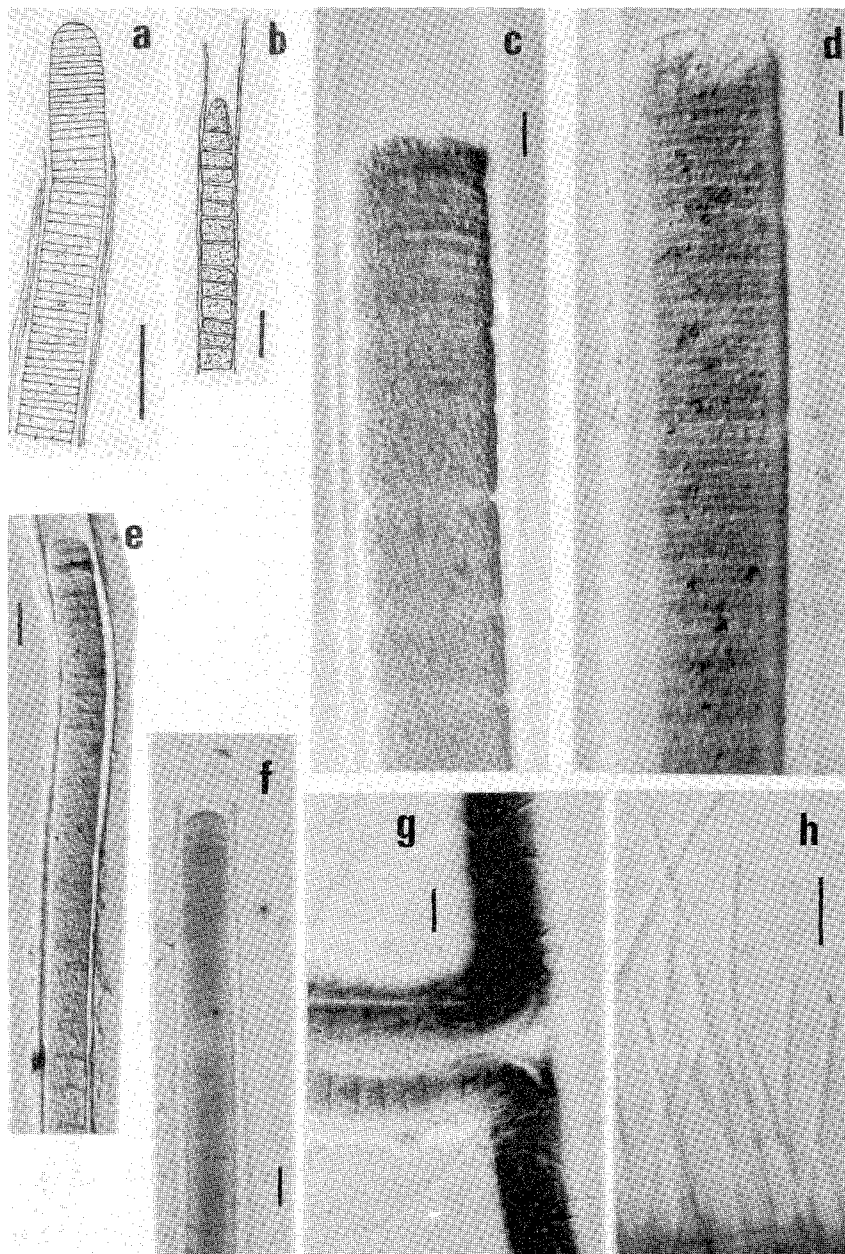
Localidad: Los Manantiales. *BALE 2030*.

#### *Plectonema* Thuret ex Gomont

*Plectonema tomasinianum* (Kützing) Bornet (Lámina 7, fig. g).

Filamentos enredados, flexibles 21 a 28.5  $\mu\text{m}$  de diámetro; frecuentemente con falsa ramificación; células 17 a 23.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 4.59 a 12.5  $\mu\text{m}$  de longitud; constricciones en los septos; célula apical redondeada; vaina hialina, delgada, firme, lamelada; contenido celular granuloso, de color verde azul. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2041, 2173, 2180*.



LAMINA 7. a) *Lyngbya aestuarii*; b) *Lyngbya gardneri*; c) *Lyngbya latissima*; d) *Lyngbya magnifica*; e) *Lyngbya major*; f) *Lyngbya subconferoides*; g) *Plectonema tomasinianum*; h) *Heteroleibleinia kuetzingii*. Escala de la barra 10  $\mu\text{m}$ .



## Familia HOMOEOTRICHACEAE

*Heteroleibleinia* (Geitler) L. Hoffmann

*Heteroleibleinia kuetzingii* (Schmid) Compère (Lámina 7, fig. h).

Filamentos 2.25 a 2.43  $\mu\text{m}$  de diámetro, no más de 70  $\mu\text{m}$  de longitud; células 1.8 a 2.25  $\mu\text{m}$  de diámetro, 0.94 a 1.08  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical redondeada; vaina hialina, delgada; contenido celular homogéneo a finamente granuloso, de color verde azul pálido. Epifítica sobre *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing. Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1951-1953, 1958.*

## CLAVE PARA LAS ESPECIES DE LA CLASE CHLOROPHYCEAE

- 1a. Talo unicelular que puede formar cenobios .....2  
 1b. Talo multicelular .....4  
 2a (1a). Células arqueadas, aunque pueden ser completamente rectas o fusiformes .....  
 .....*Closterium* sp.  
 2b. Células oblongas u ovoides, formando un cenobio dispuesto en una serie lineal; espinas generalmente confinadas a los polos de las células exteriores o de una a dos en la pared lateral de las células intercalares .....3  
 3a (2b). Células oblongas cada una con espinas largas .....*Scenedesmus armatus*  
 3b. Células no oblongas cada una con espinas muy cortas.....  
 .....*Scenedesmus longus* var. *brevispina*  
 4a (1b). Talo filamentosos con ramificación verticilada; eje y ramas frecuentemente cortados .....*Chara canescens*  
 4b. Talo filamentosos sin ramificación verticilada; no cortados.....5  
 5a (4b). Filamentos ramificados .....7  
 5b. Filamentos no ramificados .....6  
 6a (5b). Cloroplasto parietal en espiral .....*Spirogyra* sp.  
 6b. Cloroplasto parietal reticulado, presencia de una o más marcas en forma de anillos en los extremos de las células ..... *Oedogonium* sp.  
 7a (5a). Células apicales en forma de pelos muy alargados .....8  
 7b. Células apicales no en forma de pelos .....9  
 8a (7a). Células de 30 a 48  $\mu\text{m}$  de largo y de 12 a 18  $\mu\text{m}$  de diámetro, ramificación alterna, ramas delgadas .....*Stigeoclonium flagelliferum*  
 8b. Células de 9 a 30  $\mu\text{m}$  de largo y de 8.25 a 9  $\mu\text{m}$  de diámetro, ramificación opuesta, ramas robustas .....*Stigeoclonium stagnatile*  
 9a (7b). Talos muy ramificados, de tamaño variable; fijación por células especializadas y ramas rizoidales..... *Cladophora glomerata*  
 9b. Talos poco o nada ramificados, con ramas rizoidales cortas que nacen de células basales..... *Rhizoclonium hieroglyphicum*

**Descripción de las especies de la clase Chlorophyceae**

Clase CHLOROPHYCEAE  
Orden CHLOROCOCCALES  
Familia SCENEDESMACEAE

*Scenedesmus* Meyen

*Scenedesmus armatus* (R. Chodat) R. Chodat (Lámina 8, fig. a).

Cenobios de hasta 25  $\mu\text{m}$  de diámetro, constituidos por cuatro células, arregladas en una sola serie alternada. Células oblongas a elipsoidales, 2.75 a 6.25  $\mu\text{m}$  de diámetro, 9.25 a 15.5  $\mu\text{m}$  de longitud; polos redondeados, espinas largas, curvadas en cada uno de los polos; células internas con una espina media; cloroplasto parietal. Planctónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 1953.

*Scenedesmus longus* var. *brevispina* G.M. Smith (Lámina 8, fig. b).

Cenobios arreglados en una serie lineal de hasta 16  $\mu\text{m}$  de diámetro, constituido por cuatro células elipsoidales u ovoides, 2.34 a 4  $\mu\text{m}$  de diámetro, 8.19 a 10.24  $\mu\text{m}$  de longitud; pared celular ornamentada, cada célula con espinas muy cortas; cloroplasto parietal. Planctónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 1964, 1965.

Orden CHAETOPHORALES  
Familia CHAETOPHORACEAE

*Stigeoclonium* Kützing

*Stigeoclonium flagelliferum* Kützing (Lámina 8, fig. c).

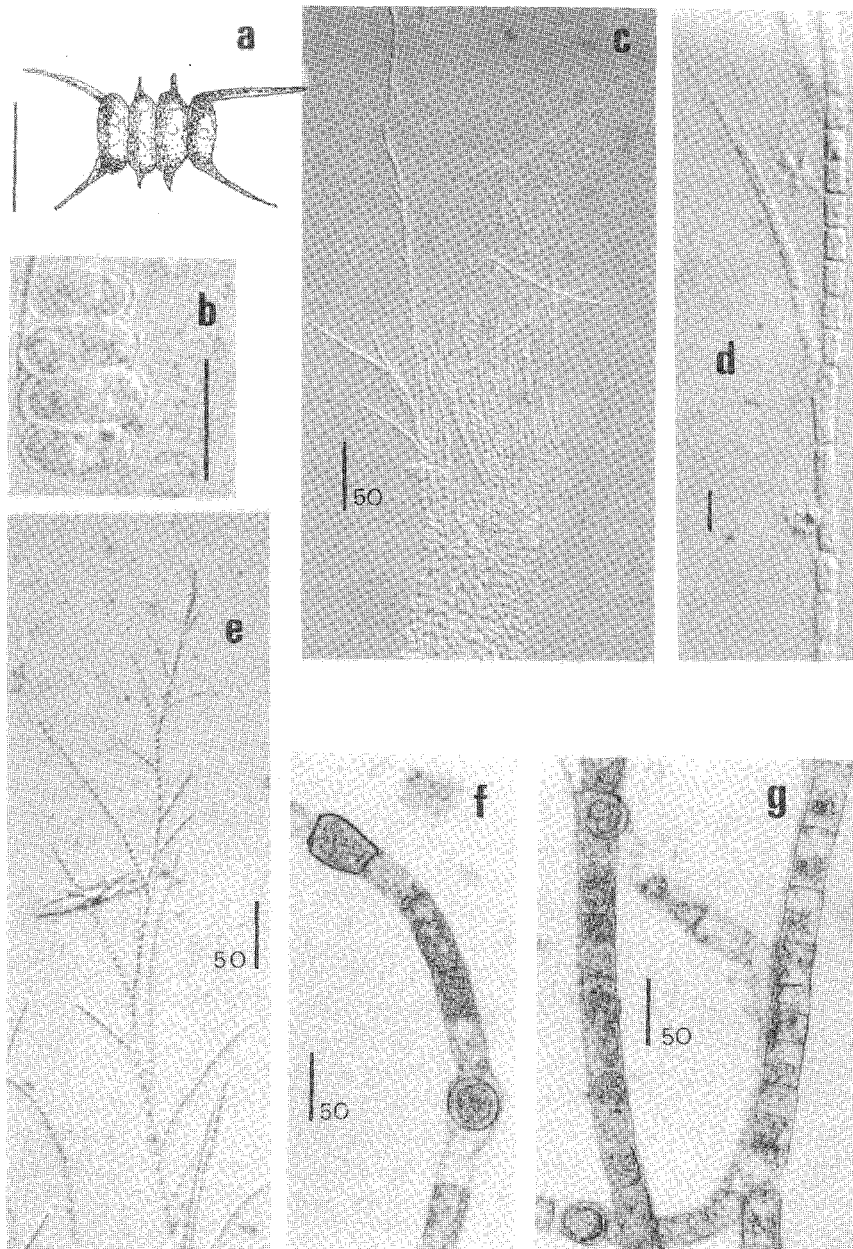
Mechones de filamentos verde claro; células generalmente cilíndricas, ocasionalmente en forma de barril, 12 a 18  $\mu\text{m}$  de diámetro, 30 a 48  $\mu\text{m}$  de longitud; algunas ramas dicotómicas, la mayoría opuestas, largas y con ápices agudos hasta terminar en un pelo hialino; cloroplasto parietal; sistema basal poco desarrollado. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE* 2032.

*Stigeoclonium stagnatile* (Hazen) Collins (Lámina 8, figs. d,e).

Mechones de filamentos verde claro; células cilíndricas en forma de barril, 6.75 a 12.25  $\mu\text{m}$  de diámetro, 9.25 a 30.25  $\mu\text{m}$  de longitud; ramas opuestas que se atenúan hacia los ápices, raramente con pelos; células de las ramas 6.5 a 9.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 20.25 a 34.25  $\mu\text{m}$  de longitud; pared celular hialina, 0.75 a 1  $\mu\text{m}$  de diámetro; cloroplasto parietal; sistema basal poco desarrollado. Bentónica.

Localidad: Xicatlacotla y Los Manantiales. *BALE* 1951, 1958, 2032.



LAMINA 8. a) *Scenedesmus armatus*; b) *Scenedesmus longus* var. *brevispina*; c) *Stigeoclonium flagelliferum*; d) Ramas que se atenúan hacia los ápices de *Stigeoclonium stagnatile*; e) Talo con ramificaciones de *Stigeoclonium stagnatile*; f, g) *Oedogonium* sp. Escala de la barra 10  $\mu$ m, excepto cuando se indica lo contrario.

Orden OEDOGONIALES  
Familia OEDOGONIACEAE

*Oedogonium* Hirn

*Oedogonium* sp. (Lámina 8, figs. f,g).

Filamentos de color verde amarillo; células intercalares cilíndricas, 24.48 a 28.64  $\mu\text{m}$  de diámetro, 28.00 a 58.72  $\mu\text{m}$  de longitud; célula apical redonda; pared celular hialina, de 0.8 a 1.20  $\mu\text{m}$  de diámetro; oogonios subglobosos, de 38.24 a 45.60  $\mu\text{m}$  de diámetro; con poros supramedios; anteridios ausentes. Bentónica. Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1964*.

Orden CLADOPHORALES  
Familia CLADOPHORACEAE

*Cladophora* Kützing

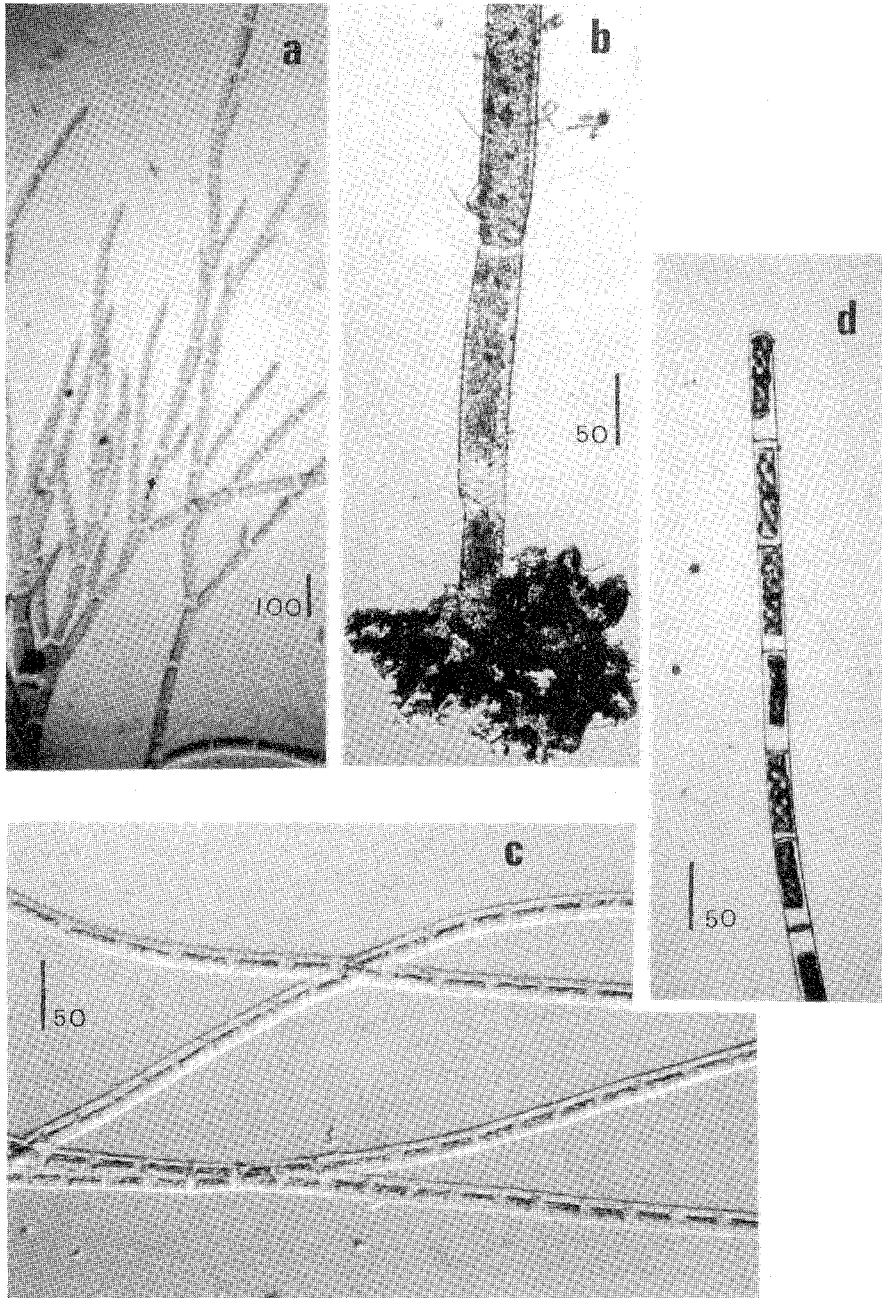
*Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing (Lámina 9, figs. a,b).

Talo verde muy ramificado, de apariencia arbustiva. Del eje principal parten ramas tan gruesas como las del eje principal. Células cilíndricas, las apicales se atenúan ligeramente, en ocasiones llegando a ser truncadas; células del eje principal 67.68 a 122  $\mu\text{m}$  de diámetro, 251.13 a 768  $\mu\text{m}$  de longitud; células apicales 30.41 a 64.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 157 a 365.91  $\mu\text{m}$  de longitud; pared celular gruesa y lamelada longitudinalmente, 4.84 a 11.26  $\mu\text{m}$  de diámetro; rizoides digitiformes; estructuras reproductivas ausentes. Bentónica. Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1951-1954*.

*Rhizoclonium* Kützing

*Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. Agardh) Kützing (Lámina 9, fig. c).

Filamentos rectos; células cilíndricas con la pared lateral accidentada; células 10.41 a 24.29  $\mu\text{m}$  de diámetro; 73.2 a 175  $\mu\text{m}$  de largo; cloroplasto parietal reticulado con numerosos pirenoides; ramas rizoidales derivadas de células basales, hialinas; estructuras reproductivas ausentes. Metafítica. Localidad: Los Manantiales. *BALE 2185, 2122, 2126, 2132*.



LAMINA 9. a) Talo con ramificaciones de *Cladophora glomerata*; b) Rizoides de *Cladophora glomerata*; c) *Rhizoclonium hieroglyphicum*; d) *Spirogyra* sp. Escala en 10 µm, según la figura.

Clase ZYGNEMAPHYCEAE  
Orden ZYGNEMATALES  
Familia ZYGNEMATACEAE

*Spirogyra* Link

*Spirogyra* sp. (Lámina 9, fig. d).

Filamentos sin ramas; células cilíndricas, 42.5 a 47.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 100 a 188.75  $\mu\text{m}$  de longitud, numerosos cloroplastos. Bentónica. No se observaron estructuras sexuales.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1950.*

Familia DESMIDIACEAE

*Closterium* Ralfs

*Closterium* sp. (Lámina 10, fig. a).

Células solitarias ligeramente arqueadas; 20° de curvatura; 43.5 a 76  $\mu\text{m}$  de diámetro, 209.93 a 454.2  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices redondeados, ligeramente truncados; polos 4.50 a 6.77  $\mu\text{m}$  de espesor; 18 a 20 pirenoides arreglados en una serie simple; 11 a 12 gránulos de carbonato de calcio; pared celular lisa. Planctónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1950-1953.*

CLASE CHAROPHYCEAE  
ORDEN CHARALES  
FAMILIA CHARACEAE

*Chara* Linneaus

*Chara canescens* Loiseleur-Deslongchamps (Lámina 10, fig. b).

Talos de 6 a 15 cm de altura; eje principal con doble espira de estípulas y ocho filoides por nudo, las series superiores de estípulas más largas que las inferiores; corticación en los internudos haplostefana; nodo de las células corticales con tres espinas; célula terminal de las hojas decorticadas, en forma de espina; órganos sexuales dioicos; oogonio sustentado por seis brácteas, las adyacentes más cortas que las otras; oogonio con células corticales que le dan 13 vueltas; oogonios 533 a 574  $\mu\text{m}$  de diámetro. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2177.*

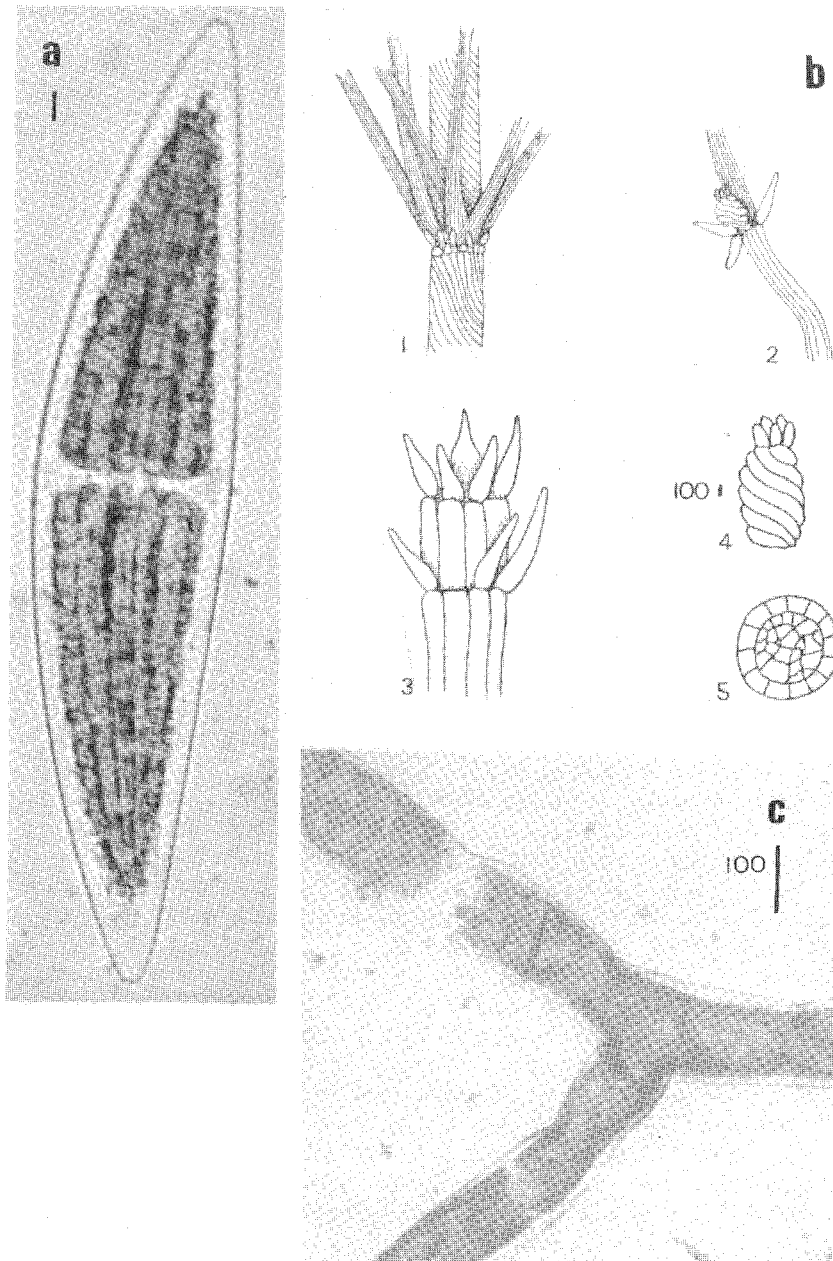


LÁMINA 10. a) *Closteriu* sp.; b) *Chara canescens*: 1. Ramificaciones, 2. Rama con anteridio, 3. Ápice de las ramas, 4. Anteridio, 5. Oogonio; c) *Vaucheria sessilis* f. *clava*. Escala de la barra 10 µm, excepto cuando se indica lo contrario.

### Descripción de la especie de la clase Xanthophyceae

Clase XANTHOPHYCEAE  
Orden VAUCHERIALES  
Familia VAUCHERIAACEAE

#### *Vaucheria* De Candolle

*Vaucheria sessilis* (Vaucher) De Candolle f. *clavata* (De Candolle) Heering  
(Láminas 10, 11, figs. c,a).

Filamentos cenocíticos de color verde claro brillante, 48 a 123 µm de diámetro; ramas 45 a 79 µm de diámetro; septos ocasionalmente presentes en el origen de las ramas; fijos en la base por medio de rizoides; reproducción sexual ausente. Bentónica.

Localidad: Xicatlacotla, Los Manantiales. *BALE* 1950, 2110, 2176-2178.

#### CLAVE PARA LAS ESPECIES DE LA CLASE BACILLARIOPHYCEAE

- 1a. Organismo unicelular con simetría radial (centrales) .....2
- 1b. Organismo unicelular con simetría bilateral (pennales) .....5
- 2a (1a). Frústulos circulares en vista valvar .....3
- 2b. Frústulos alargados con márgenes ondulados en vista valvar, rectangular en vista conectiva (con costillas en forma de notas musicales) .....*Terpsinoe musica*
- 3a (2a). En vista valvar con dos aréolas grandes .....*Pleurosira laevis*
- 3b. En vista valvar sin aréolas. Poros numerosos en la superficie valvar .....4
- 4a (2a). Frústulos con ornamentación central diferente a la del margen, a veces con espinas marginales ..... *Cyclotella meneghiniana*
- 4b. Frústulos con ornamentación central igual a la del margen, con ornamentación reticulada .....*Actinocyclus normanii*
- 5a (1b). Frústulos con rafe y estrías punteadas; células cuneiformes, elípticas, lanceoladas o sigmoides .....10
- 5b. Frústulos con pseudorrafe y estrías punteadas, células aciculares .....6
- 6a (5b). Con desfase de estrías en la región central .....7
- 6b. Sin desfase de estrías en la región central .....*Synedra gaillonii*
- 7a (6a). Con ensanchamiento de las valvas en la región media de la célula.....  
.....*Synedra goulardii*
- 7b. Sin ensanchamiento de las valvas en la región media de la célula .....8
- 8a (7b). Valva linear-lanceolada constreñida en la región central de las valvas .....9
- 8b. Valva linear-lanceolada no constreñida en la región central de las valvas.....  
.....*Synedra ulna* var. *ulna*
- 9a (8a). Ligeramente constreñida en su región central .....*Synedra ulna* var. *contracta*
- 9b. Abruptamente constreñida en su región central.....  
.....*Synedra ulna* [var. *oxyrhynchus*] f. *mediocontracta*



10a (5a). Células isopolares .....	13
10b. Células heteropolares, ligeramente en forma de cuña en vistas valvar y conectiva .....	11
11a (10b). Estrías de 12 a 18 en 10 $\mu\text{m}$ .....	<i>Gomphonema parvulum</i>
11b. Estrías de 10 a 12 en 10 $\mu\text{m}$ .....	12
12a (11b). Valvas de 8.3 a 8.6 $\mu\text{m}$ de ancho .....	<i>Gomphonema angustum</i>
12b. Valvas de 8.7 a 11.7 $\mu\text{m}$ de ancho .....	<i>Gomphonema ventricosum</i>
13a (10b). Frústulos con igual ornamentación en las valvas .....	14
13b. Frústulos con diferente ornamentación en las valvas, de forma ovalada. Rafe delgado, recto; área central pequeña .....	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>
14a (13a). Rafe en medio de la superficie valvar interrumpido en el centro por un nódulo medio .....	15
14b. Rafe excéntrico dentro de una quilla o carena .....	25
15a (14a). Rafe en forma de "S", con dos tipos de estrías que se cortan perpendicularmente .....	<i>Gyrosigma spenceri</i>
15b. Rafe rectilíneo, curvado, lateral o ligeramente recurvado .....	16
16a (15b). Rafe rectilíneo en vista valvar .....	17
16b. Rafe curvado, lateral recurvado ligeramente en vista valvar .....	34
17a (16a). Rafe encerrado entre dos engrosamientos paralelos silicosos, los cuales están limitados en los polos .....	<i>Amphipleura lindheimeri</i>
17b. Rafe no encerrado entre dos engrosamientos paralelos silicosos .....	18
18a (17b). Estrías en forma de costillas .....	<i>Pinnularia major</i>
18b. Estrías punteadas, lineadas .....	19
19a (18b). Valvas con líneas paralelas que cortan las estrías sin interrupciones .....	21
19b. Valvas sin líneas paralelas .....	20
20a (19b). Valvas lanceoladas .....	<i>Caloneis bacillum</i>
20b. Valvas rómbico-lanceoladas .....	<i>Caloneis permagna</i>
21a (19a). Valvas con margen liso .....	22
21b. Valvas con margen con triple ondulación .....	<i>Navicula pseudonivalis</i>
22a (21a). Valvas lanceoladas .....	23
22b. Valvas elípticas .....	<i>Navicula cohnii</i>
23a (22a). Valvas de 68 a 117 $\mu\text{m}$ de largo .....	<i>Navicula cuspidata</i>
23b. Valvas de 34 a 40 $\mu\text{m}$ de largo .....	24
24a (23b). Área central rectangular; estrías punteadas, 18 a 22 en 10 $\mu\text{m}$ .....	<i>Navicula goeppertiana</i>
24b. Área central larga, redondeada; estrías lineadas, 13 a 14 en 10 $\mu\text{m}$ .....	<i>Navicula subrhynchocephala</i>
25a (14b). Canal del rafe periférico .....	33
25b. Canal del rafe excéntrico o marginal lateral .....	26
26a (25b). Con costillas .....	<i>Nitzschia constricta</i>
26b. Sin costillas .....	27
27a (26b). Valvas sigmoides o ligeramente sigmoides .....	28
27b. Valvas no sigmoides .....	29
28a (27a). Ápices capitados, fíbulas 9 a 12 en 10 $\mu\text{m}$ .....	<i>Nitzschia claussii</i>
28b. Ápices aciculares; fíbulas 15 a 16 en 10 $\mu\text{m}$ .....	<i>Nitzschia reversa</i>
29a (27b). Valvas elípticas .....	<i>Nitzschia compressa</i>
29b. Valvas rectas .....	30
30a (29b). Valvas de 51.5 a 62.5 $\mu\text{m}$ de largo .....	31

30b. Valvas de 20 a 52.5 $\mu\text{m}$ de largo .....	32
31a (30a). Valvas con una ligera constricción en la parte media .....	<i>Nitzschia heufleriana</i>
31b. Valvas sin una constricción en la parte media.....	<i>Nitzschia commutata</i>
32a (30b). Estrías de 23 a 35 en 10 $\mu\text{m}$ , finas; fíbulas 12 a 13 en 10 $\mu\text{m}$ .....	<i>Nitzschia agnita</i>
32b. Estrías de 15 a 20 en 10 $\mu\text{m}$ , punteadas; fíbulas 9 a 10 en 10 $\mu\text{m}$ .....	<i>Nitzschia amphibia</i>
33a (25a). Valvas anchas ovaladas-lanceoladas .....	<i>Surirella brebissonii</i>
33b. Valvas lineares.....	<i>Surirella tenera</i>
34a (16b). Células con fíbulas o costillas .....	35
34b. Células sin fíbulas o costillas .....	37
35a (34a). Células lanceoladas .....	<i>Denticula elegans</i>
35b. Células no lanceoladas .....	36
36a (35b). Frústulos alargados, ligeramente más amplios en la parte media .....	<i>Rhopalodia gibba</i>
36b. Frústulos semielípticos .....	<i>Rhopalodia gibberula</i>
37a (34a). Células hemicirculares en vista valvar .....	<i>Amphora copulata</i>
37b. Células arqueadas dorsiventralmente en vista valvar .....	38
38a (37b). Células de 43 a 52 $\mu\text{m}$ de largo; estrías de 10 a 12 en 10 $\mu\text{m}$ .....	<i>Cymbella tumida</i>
38b. Células de 113 a 123 $\mu\text{m}$ de largo; estrías de 6 a 9 en 10 $\mu\text{m}$ .....	<i>Cymbella cistula</i>

### Descripción de las especies de la clase Bacillariophyceae

Clase BACILLARIOPHYCEAE

Orden CENTRALES

Familia THALASSIOSIRACEAE

*Cyclotella* Kützing (Brébisson)

*Cyclotella meneghiniana* Kützing (Lámina 11, fig. c).

Frústulos cilíndricos en vista valvar circular, 9.5 a 16.38  $\mu\text{m}$  de diámetro; área central con puntuaciones radiadas; estrías marginales 7-11 en 10  $\mu\text{m}$ , gruesas, radiales. Metafítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1951-1954, 1964.*

Familia HEMIDISCACEAE

*Actinocyclus* Ehrenberg

*Actinocyclus normanii* (Gregory ex Greville) Hustedt (Lámina 11, fig. b).

Frústulos cilíndricos de 113.75 a 125  $\mu\text{m}$  de diámetro; gruesas puntuaciones, radiales, en disposición reticulada; con una fuerte ondulación transversal en la superficie de la valva; ocho a 12 aréolas en 10  $\mu\text{m}$ . Planctónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2035, 2037.*

## Familia BIDDULPHIACEAE

*Pleurosira* (Meneghini) Trevisan

*Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère (Lámina 11, fig. d).

Valvas elipsoidales, 41.94 a 81.25 µm de diámetro, con dos grandes aréolas y numerosos poros en la superficie valvar. Epifítica, metafítica.

Localidad: Los Manantiales y Xicatlacotla. *BALE* 1950-1954, 1964, 2177.

*Terpsinoe* Ehrenberg

*Terpsinoe musica* Ehrenberg (Lámina 11, fig. e).

Células solitarias o formando cadenas de células en zigzag unidas por los vértices. Valvas 112.5 a 116.25 µm de diámetro, 114 a 119.5 µm de longitud; vista conectiva larga, cuadrangular, mostrando dos costillas internas de la valva, perpendiculares al plano valvar en forma de nota musical; vista valvar ornamentada por poros con disposición radial. Epilítica o epifítica.

Localidad: Los Manantiales, Las Huertas, Xicatlacotla. *BALE* 2031, 2042, 2110, 2122, 2132, 2170, 2180, 2189, 2209, 2210, 2212.

## Orden PENNALES

## Familia DIATOMACEAE

*Synedra* Ehrenberg

*Synedra gaillonii* (Bory) Ehrenberg (Lámina 11, fig. f).

Valvas lineares ligeramente anchas y redondeadas en los ápices, 9 a 10.75 µm de diámetro, 217 µm de longitud; pseudorrafe estrecho; área central ausente; estrías de nueve a diez en 10 µm. Epifítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 1950.

*Synedra goulardii* Brébisson (Lámina 11, fig. g).

Valvas constreñidas en la porción media, 8 a 10 µm de diámetro, 57 a 80 µm de longitud; ápices rostrados o subcapitados; pseudorrafe distinguible, estrecho; área central cuadrada y amplia; estrías poco visibles en el área central, paralelas o ligeramente radiadas en los polos, diez a 11 en 10 µm. Epifítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 1950.

*Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg var. *ulna* (Lámina 11, fig. h).

Valvas lineares a linear-lanceoladas, no constreñidas en la porción media, estrechas hacia los ápices, 7.29 a 7.92 µm de diámetro, 29.7 a 90.81 µm de longitud; ápices redondeados; pseudorrafe estrecho, linear; área central cuadrada, o ausente; estrías paralelas de diez a 11 en 10 µm. Epifítica.

Localidad: Xicatlacotla, Los Manantiales. *BALE* 1950, 1952, 2132, 2136, 2177.

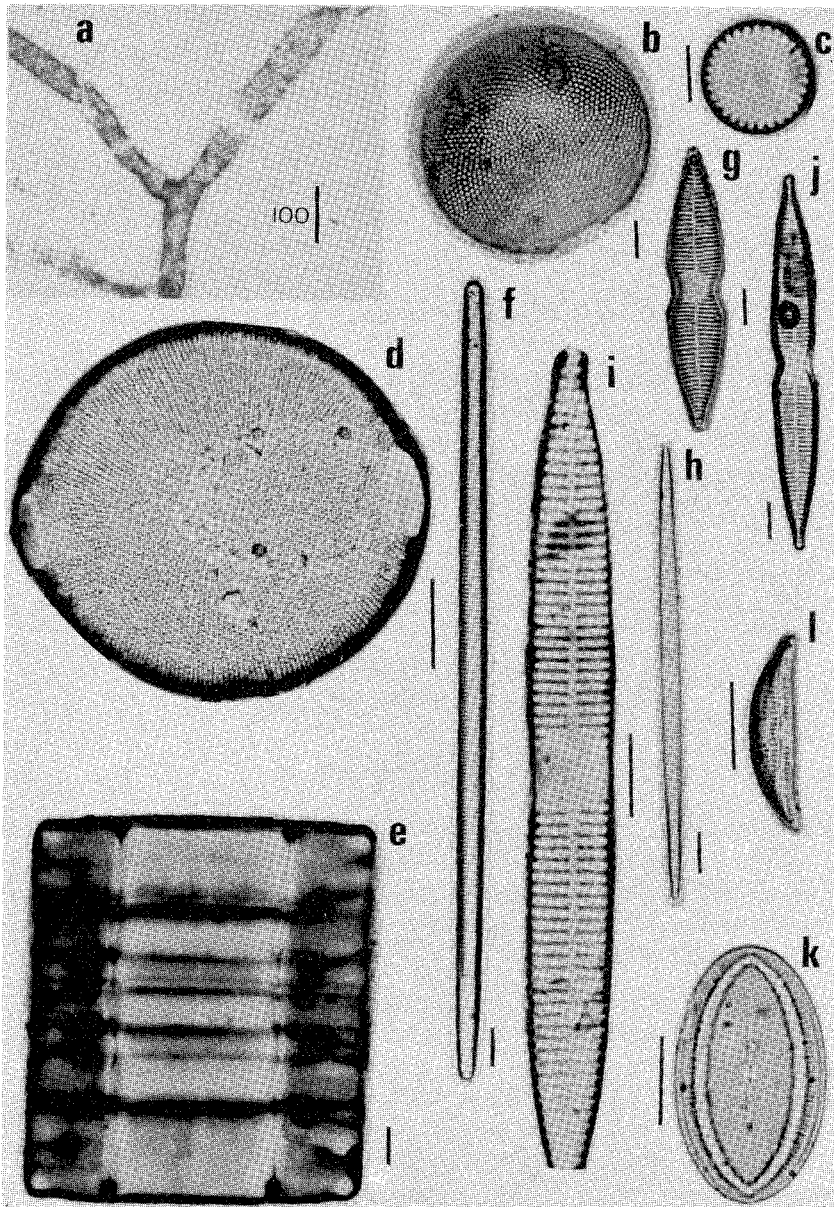


LÁMINA 11. a) *Vaucheria sessilis* f. *clavata*; b) *Actinocyclus normanii*; c) *Cyclotella meneghiniana*; d) *Pleurosira laevis*; e) *Terpsinoe musica* (vista conectiva); f) *Synedra gaillonii*; g) *Synedra goulardii*; h) *Synedra ulna* var. *ulna*; i) *Synedra ulna* var. *contracta*; j) *Synedra ulna* [var. *oxyrhynchus*] f. *mediocontracta*; k) *Cocconeis placentula* var. *lineata*; l) *Amphora copulata*. Escala de la barra 10  $\mu$ m, excepto cuando se indica lo contrario. Todas en vista valvar, excepto cuando se señala.

*Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg var. *contracta* Oestrup (Lámina 11, fig. i).

Valvas lineares con márgenes concavos, algo constreñidas en la porción media, 7 a 8  $\mu\text{m}$  de diámetro, 100 a 120  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices atenuados rostrados; pseudorrafe aparente, abruptamente ensanchado en el área central; estrías paralelas, ligeramente radiadas hacia los polos, diez en 10  $\mu\text{m}$ . Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE* 2132, 2136.

*Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg [var. *oxyrhynchus*] f. *mediocontracta* (Forti) Hustedt (Lámina 11, fig. j).

Valvas linear-lanceoladas con una abrupta constricción en el área central, 6.93 a 10.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 64.44 a 105.75  $\mu\text{m}$  longitud; ápices atenuados, capitados; pseudorrafe amplio en el área central cuadrada con constricciones en el centro; estrías paralelas, diez a 11 en 10  $\mu\text{m}$ . Epifítica.

Localidad: Xicatlacotla, Los Manantiales. *BALE* 1952, 1953, 2127, 2170, 2177.

#### Familia ACHNANTHACEAE

##### *Cocconeis* Ehrenberg

*Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck (Lámina 11, fig. k).

Valvas elípticas, 8.55 a 10.44  $\mu\text{m}$  de diámetro, 17.37 a 18  $\mu\text{m}$  de longitud; rafe delgado, recto; área central pequeña; estrías punteadas y radiales 20 a 23 en 10  $\mu\text{m}$  finamente punteadas, radiadas; valva sin rafe, con un pseudorrafe estrecho; estrías 19 a 20 en 10  $\mu\text{m}$ . Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE* 2173, 2177.

#### Familia NAVICULACEAE

##### *Amphipleura* Kützing

*Amphipleura lindheimeri* Grunow (Lámina 12, fig. a).

Valvas fusiformes, 23.74 a 25  $\mu\text{m}$  de diámetro, 137.5 a 151.75  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices obtusos redondeados; una costilla de sílice entre los ápices y el rafe; las valvas se ensanchan hacia la parte media; estrías paralelas, distintivamente punteadas, 26 a 28 en 10  $\mu\text{m}$ . Bentónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 1950, 1958, 1964.

##### *Amphora* Ehrenberg

*Amphora copulata* (Kützing) Schoeman et Archibald (Lámina 11, fig. l).

Frústulos elípticos; valvas gruesas dorsiventralmente, la dorsal convexa, la ventral delgada y concava; valvas 6.21 a 12.51  $\mu\text{m}$  de diámetro, 22.05 a 29.52  $\mu\text{m}$  de

longitud; ápices truncados o redondeados; rafe delgado y arqueado; estrías 17 a 18 en 10  $\mu\text{m}$ . Epifítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1951*.

#### *Caloneis* Cleve

*Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve (Lámina 12, fig. b).

Valvas lanceoladas 4.99 a 6.3  $\mu\text{m}$  de diámetro, 22.83 a 25.11  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices anchos redondeados; rafe delgado y recto con una ligera curva unilateral en el poro central; área axial moderada, linear-lanceolada; área central rectangular ancha; estrías, 22 en 10  $\mu\text{m}$ , ligeramente radiadas, perpendiculares en los ápices; estrías cruzadas por una fina línea longitudinal próxima al margen. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2173*.

*Caloneis permagna* (Bailey) Cleve (Lámina 12, fig. c).

Valvas rómbico-lanceoladas, 35.46 a 46.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 84 a 130.5  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices redondeados; rafe delgado y recto con un gancho curvado en el nódulo central; área central linear-lanceolada amplia; estrías diez a 12 en 10  $\mu\text{m}$ , ligeramente radiadas en el centro y paralelas en los extremos. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales, Xicatlacotla. *BALE 1964, 2031, 2035*.

#### *Cymbella* C. Agardh

*Cymbella cistula* (Hemprich et Ehrenberg) Kirchner (Lámina 12, fig. d).

Valvas arqueadas dorsi-ventralmente con una ligera porción gibosa en la parte media, 21.56 a 33  $\mu\text{m}$  de diámetro, 113.58 a 123  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices redondeados; área axial estrecha, linear; área central pequeña, redonda; rafe curvado en el área axial, rectangular lateralmente revirtiéndose cerca de los fines proximales, más o menos filiformes en las terminaciones distales; estrías radiadas, punteadas, seis a nueve en 10  $\mu\text{m}$ ; un estigma en la porción ventral media del área central. Bentónica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2112*.

*Cymbella tumida* (Brébisson ex Kützing) Van Heurck (Lámina 12, fig. e).

Valvas con un margen dorsal liso y casi rectas, ligeramente onduladas en el margen ventral, a menudo algo hinchado en el centro, 14.94 a 16.38  $\mu\text{m}$  de diámetro, 43.29 a 51.3  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices rostrados; área axial estrecha y arqueada; área central larga, orbicular; estigma ventral presente; rafe excéntrico; estrías punteadas, diez a 12 en 10  $\mu\text{m}$ . Bentónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1953, 1954*.

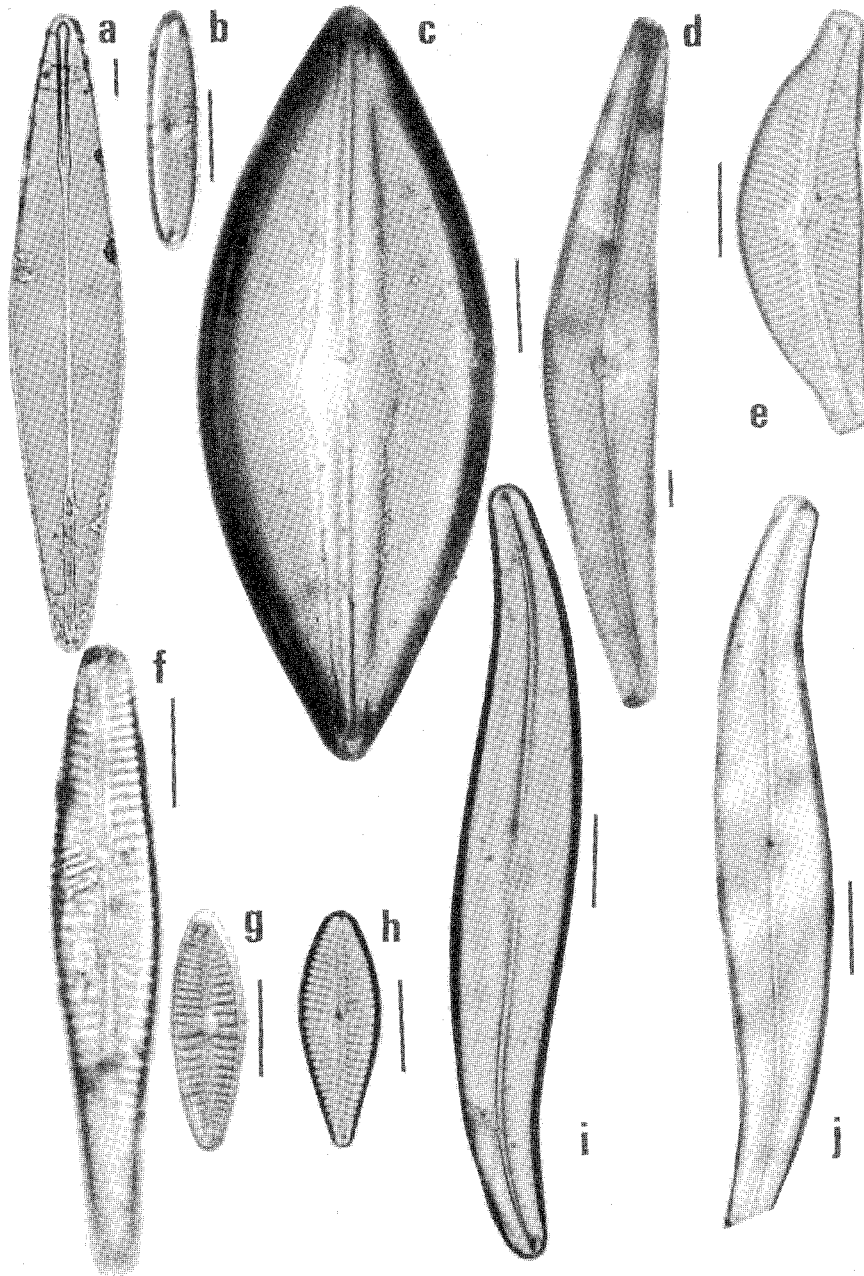


LÁMINA 12. a) *Amphipleura lindheimeri*; b) *Caloneis bacillum*; c) *Caloneis permagna*; d) *Cymbella cistula*; e) *Cymbella tumida*; f) *Gomphonema angustum*; g) *Gomphonema parvulum*; h) *Gomphonema ventricosum*; i, j) *Gyrosigma spenceri*. Escala de la barra 10  $\mu\text{m}$ . Todas en vista valvar.

*Gomphonema* Ehrenberg

*Gomphonema angustum* C. Agardh (Lámina 12, fig. f).

Valvas linear-clavadas, 8.28 a 8.64  $\mu\text{m}$  de diámetro, 33.12 a 39.6  $\mu\text{m}$  de longitud; ápice redondeado y base atenuada; área axial ancha; área central ancha, con un estigma en la estría media; estrías paralelas, radiales en el ápice, notablemente punteadas, 10 a 11 en 10  $\mu\text{m}$ . Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2037*.

*Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing (Lámina 12, fig. g).

Valvas 6.93 a 7.38  $\mu\text{m}$  de diámetro, 20.52 a 24.66  $\mu\text{m}$  de longitud; área axial estrecha; área central estrecha formada por la estría media en un lado del nódulo central que empieza a acortarse; rafe filiforme; estrías paralelas a radiales ligeramente, radiadas en los polos; estría media, en ambos lados del nódulo central, corta; un estigma, 12 a 18 estrías en 10  $\mu\text{m}$ . Epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2204*.

*Gomphonema ventricosum* Gregory (Lámina 12, fig. h).

Valvas anchas hacia la región media, se estrechan hacia los polos redondeados, 8.73 a 11.7  $\mu\text{m}$  de diámetro, 25.02 a 44.19  $\mu\text{m}$  de longitud; ápice redondeado y base muy estrecha; área axial estrecha; área central larga, con un estigma en uno de sus lados; rafe delgado; estrías radiadas, paralelas al eje principal y no fuertemente radiadas en la base, diez a 12 en 10  $\mu\text{m}$ . Epifítica.

Localidad: Xicatlacotla, Los Manantiales. *BALE 1950-1954, 2173*.

*Gyrosigma* Hassall

*Gyrosigma spenceri* (W. Smith) Griffith et Henfrey (Lámina 11, fig. i).

Valvas lanceoladas, 11.5 a 15.12  $\mu\text{m}$  de diámetro, 69.5 a 88.29  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices redondeados; área axial y rafe ligeramente ondulado con terminaciones proximales curvadas en direcciones opuestas; área central pequeña, elíptica longitudinalmente; estrías transversales, 20 a 23 en 10  $\mu\text{m}$ ; estrías longitudinales, 23 a 29 en 10  $\mu\text{m}$ . Bentónica.

Localidad: Los Manantiales, Xicatlacotla. *BALE 1950, 2173*.

*Navicula* Bory

*Navicula cohnii* (Hilse) Lange-Bertalot (Lámina 13, fig. a).

Valva elíptica, 5.67  $\mu\text{m}$  de diámetro, 12.42  $\mu\text{m}$  de longitud; nódulo central con un amplio estauro; área axial linear; área central larga, rectangular, con un estigma más o menos excéntrico en uno de sus lados; estrías distintivamente punteadas, los puntos tendiendo a formar líneas longitudinales irregulares; estrías 20 en 10  $\mu\text{m}$ ; 15 a 20 puntos en 10  $\mu\text{m}$ . Epifítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 2170*.



*Navicula cuspidata* (Kützing) Kützing (Lámina 13, fig. b).

Valvas lanceoladas, 17.55 a 25.75  $\mu\text{m}$  de diámetro, 68.31 a 116.25  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices redondeados y constreñidos; rafe delgado y recto; nódulo central sin estauro; área axial estrecha; área central pequeña; estrías transversales, 21 a 25 en 10  $\mu\text{m}$ ; estrías longitudinales, 20 a 22 en 10  $\mu\text{m}$ ; presencia de craticula. Bentónica. Localidad: Xicatlacotla y Los Manantiales. *BALE 1950-1954, 1964, 2177.*

*Navicula goeppertiana* (Bleisch) H.L. Smith (Lámina 13, fig. c).

Valvas lanceoladas, 13.5 a 16.38  $\mu\text{m}$  de diámetro, 34.02 a 36  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices redondeados, ligeramente capitados; nódulo central con un amplio estauro; área central rectangular, con un estigma más o menos excéntrico en uno de sus lados; estrías centrales cortas; estrías punteadas, 18 a 22 en 10  $\mu\text{m}$ . Epífita. Localidad: Las Huertas. *BALE 2042.*

*Navicula pseudonivalis* Bock (Lámina 13, fig. d).

Valvas con margen con triple ondulación, 6.12 a 7.38  $\mu\text{m}$  de diámetro, 13.32 a 15.75  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices capitados, redondeados; nódulo central con un amplio estauro, con un estigma aparente; área axial estrecha; estrías punteadas, radiadas hacia el centro, paralelas en los extremos; estrías de 19 a 21 en 10  $\mu\text{m}$ . Epífita. Localidad: Xicatlacotla. *BALE 2170.*

*Navicula subrhynchocephala* Hustedt (Lámina 13, fig. e).

Valvas lanceoladas, 8.73 a 10.26  $\mu\text{m}$  de diámetro, 35.91 a 38.79  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices capitados; rafe delgado y recto; área axial estrecha; área central poco amplia; estrías lineadas, 13 a 14 en 10  $\mu\text{m}$ , ligeramente radiales en la mitad de la valva y frecuentemente convergentes en los ápices. Bentónica. Localidad: Los Manantiales. *BALE 2180.*

### *Pinnularia* Ehrenberg

*Pinnularia major* (Kützing) Rabenhorst (Lámina 13, fig. f).

Valva linear, 22.14  $\mu\text{m}$  de diámetro, 123.03  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices redondeados; área axial y área central ancha; rafe generalmente simple, sinuoso, en forma de bayoneta hacia los polos y curvado en el nódulo central; estrías, siete a diez en 10  $\mu\text{m}$ , ligeramente radiadas en la mitad de la valva y convergentes en los polos. Bentónica. Localidad: Los Manantiales. *BALE 2173.*

### Familia EPITHEMIACEAE

#### *Rhopalodia* O. Müller

*Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller (Lámina 13, fig. h).

Frústulos elongados, ensanchados ligeramente en la mitad; ápice subtruncado, hinchado ligeramente con los vértices redondeados; valvas 8.73 a 30  $\mu\text{m}$  de

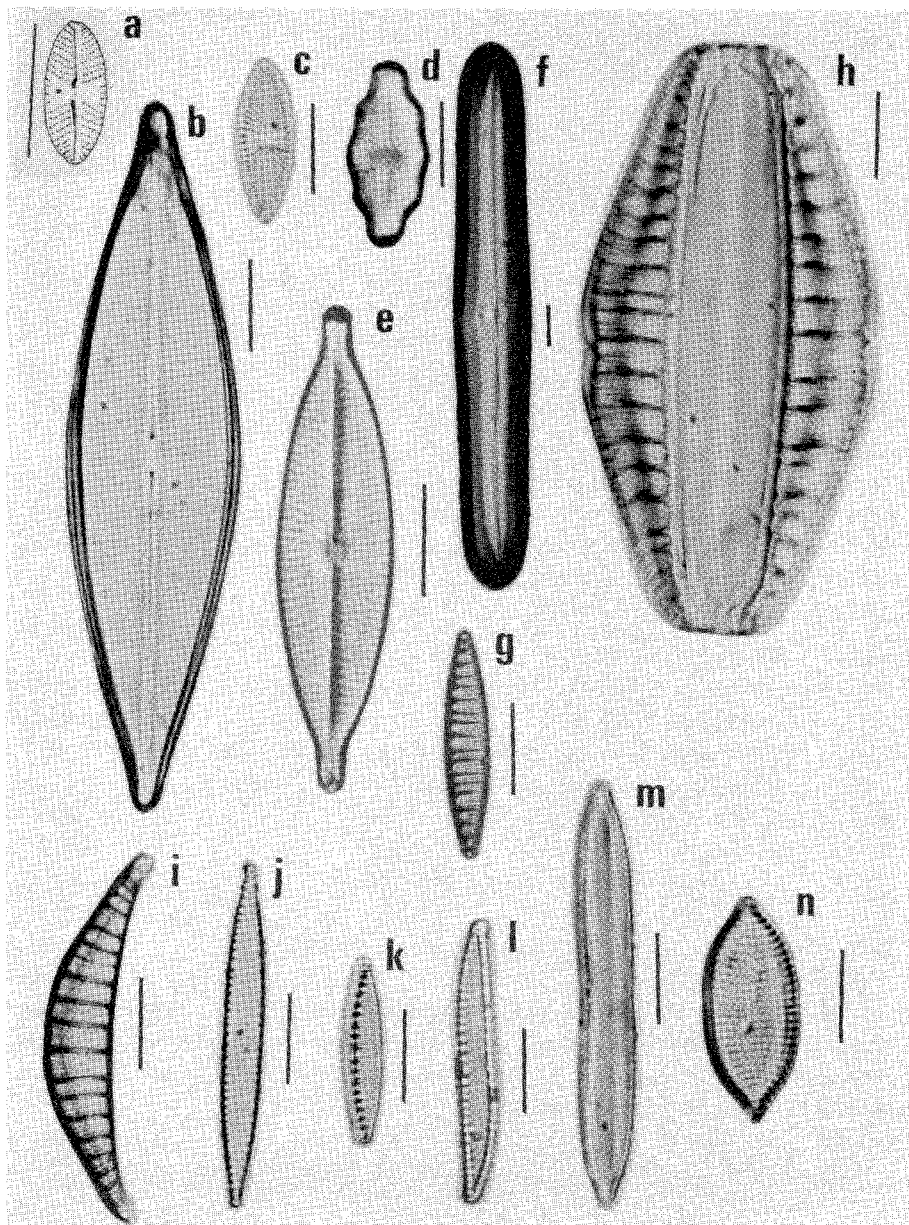


LÁMINA 13. a) *Navicula cohnii*; b) *Navicula cuspidata*; c) *Navicula goeppertiana*; d) *Navicula pseudonivalis*; e) *Navicula subrhynchocephala*; f) *Pinnularia major*; g) *Denticula elegans*; h) *Rhopalodia gibba*; i) *Rhopalodia gibberula*; j) *Nitzschia agnita*; k) *Nitzschia amphibia*; l) *Nitzschia claussii*; m) *Nitzschia commutata*; n) *Nitzschia compressa*. Escala de la barra 10 $\mu$ m. Todas en vista valvar.

diámetro, 35.46 a 120  $\mu\text{m}$  de longitud; costillas 7 a 8 en 10  $\mu\text{m}$ , radiales en los ápices, alternándose con dos ó tres líneas de alvéolos; alvéolos 12 a 14 en 10  $\mu\text{m}$ . Bentónica.

Localidad: Los Manantiales, Las Huertas. *BALE* 2035, 2037, 2042, 2109, 2110, 2122, 2132, 2177.

*Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Müller (Lámina 13, fig. i).

Frústulos semielípticos; valvas 12 a 18.25  $\mu\text{m}$  de diámetro, 20 a 50  $\mu\text{m}$  de longitud; lado dorsal fuertemente convexo, lado ventral recto a ligeramente curvado; ápices agudos; tres a cuatro costillas en 10  $\mu\text{m}$ , curvadas, alternándose con tres a cinco líneas de alvéolos, 15 a 16 alvéolos en 10  $\mu\text{m}$ . Bentónica.

Localidad: Los Manantiales, Las Huertas. *BALE* 2037, 2042, 2109, 2173, 2176.

#### Familia NITZSCHIACEAE

##### *Denticula* Kützing

*Denticula elegans* Kützing (Lámina 13, fig. g).

Valvas lanceoladas, estrechas hacia los ápices, 3.87 a 5.94  $\mu\text{m}$  de diámetro, 16.83 a 27.72  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices redondeados; estrías finamente punteadas, 16 a 22 en 10  $\mu\text{m}$ ; fíbulas de tres a cuatro en 10  $\mu\text{m}$ . Bentónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 1950, 1951.

##### *Nitzschia* Hassall

*Nitzschia agnita* Hustedt (Lámina 13, fig. j).

Valvas lanceoladas, 4.34 a 5.31  $\mu\text{m}$  de diámetro, 45 a 52.5  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices débilmente capitados; quilla muy excéntrica, sin constricción en el centro; carena del rafe excéntrica, junto al margen intermedio de la superficie valvar y el manto correspondiente; estrías muy finas, de 23 a 35 en 10  $\mu\text{m}$ ; fíbulas 12 a 13 en 10  $\mu\text{m}$ , pequeñas, redondeadas. Epifítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 1951, 1953.

*Nitzschia amphibia* Grunow (Lámina 13, fig. k).

Valvas lineares en las grandes formas o lanceoladas en las formas pequeñas, 4.14 a 5.31  $\mu\text{m}$  de diámetro, 20.70 a 36.00  $\mu\text{m}$  de longitud; estrías punteadas, 15 a 20 en 10  $\mu\text{m}$ ; carena del rafe excéntrica, junto al margen intermedio de la superficie valvar y el manto correspondiente; fíbulas diez en 10  $\mu\text{m}$ . Bentónica, epifítica.

Localidad: Los Manantiales. *BALE* 2037, 2177.

*Nitzschia clausii* Hantzsch (Lámina 13, fig. l).

Valvas lineares, ligeramente sigmoides en vista valvar, con una pequeña constricción en el centro, 2.88 a 5.14  $\mu\text{m}$  de diámetro, 23.85 a 32.4  $\mu\text{m}$  de longitud;

ápices capitados; rafe con nódulo central; estrías de 32 a 38 en 10  $\mu\text{m}$ ; nueve a 12 fíbulas en 10  $\mu\text{m}$ . Epifítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 2170*.

*Nitzschia commutata* Grunow (Lámina 13, fig. m).

Valvas más o menos sigmoides, constreñidas en el centro, de 7.2 a 7.83  $\mu\text{m}$  de diámetro, 51.48 a 60.12  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices redondeados a agudos; carena del rafe moderadamente excéntrica; nódulo central sin interrupción; estrías de 14 a 15 en 10  $\mu\text{m}$ , finamente punteadas; fíbulas de siete a diez en 10  $\mu\text{m}$ . Epifítica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1951*.

*Nitzschia compressa* (Bailey) Boyer (Lámina 13, fig. n).

Valvas elípticas a elíptico-lanceoladas, 4 a 7.47  $\mu\text{m}$  de diámetro, 10 a 18  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices capitados; pliegues largos distintivos en la superficie valvar; quilla excéntrica; estrías punteadas, generalmente gruesas, 15 a 17 en 10  $\mu\text{m}$ , ligeramente curvadas hacia los polos; fíbulas cortas, de cinco a siete en 10  $\mu\text{m}$ . Bentónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1951, 2170*.

*Nitzschia constricta* (Kützing) Ralfs (Lámina 14, fig. d).

Valvas lineares, de 10.53 a 15.58  $\mu\text{m}$  de diámetro, 36.36 a 71.75  $\mu\text{m}$  de longitud, ligeramente constreñidas en la parte central, acentuada en las formas grandes; ápices atenuados; estrías gruesas en forma de costillas, de 15 a 16 en 10  $\mu\text{m}$ , interrumpidas por un amplio espacio longitudinal hialino; las fíbulas no se distinguen o probablemente coinciden con las estrías. Bentónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1950*.

*Nitzschia heufleriana* Grunow (Lámina 14, fig. a).

Valvas lineares, ligeramente constreñidas en la parte media, de 5.76 a 7.02  $\mu\text{m}$  de diámetro, 53.37 a 62.46  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices capitados redondeados; carena del rafe y rafe ligeramente excéntricos; sin nódulo central; estrías hasta 24 en 10  $\mu\text{m}$ ; fíbulas punteadas, nueve en 10  $\mu\text{m}$ . Bentónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1950*.

*Nitzschia reversa* W. Smith (Lámina 14, figs. b,c).

Valvas lanceoladas en la parte central, más estrechas en los extremos, sigmoide en vista valvar, de 4.86 a 5.4  $\mu\text{m}$  de diámetro, 65.07 a 70.56  $\mu\text{m}$  de longitud; carena más o menos excéntrica; estrías invisibles ópticamente (55-60 en 10  $\mu\text{m}$ ); 15 a 16 fíbulas en 10  $\mu\text{m}$ . Planctónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1954*.

## Familia SURIRELLACEAE

*Surirella* Turpin

*Surirella brebissonii* Krammer et Lange-Bertalot (Lámina 14, fig. c).

Valvas heteropolares, con una base algo estrecha, 19.62 a 25.28  $\mu\text{m}$  de diámetro, 29.79 a 37.28  $\mu\text{m}$  de longitud; pseudorrafe estrecho, central; costillas alternándose con las estrías; estrías 14 a 18 en 10  $\mu\text{m}$ ; costillas de 40 a 70 en 100  $\mu\text{m}$ . Bentónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 1951, 1953, 1964.

*Surirella tenera* Gregory (Lámina 14, fig. f).

Valvas heteropolares, lineares, 37.5 a 47.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 79.75 a 143.25  $\mu\text{m}$  de longitud; ápices redondeados y gruesos, base atenuada; área axial estrecha con una línea media; espinas proyectadas del centro de la valva; costillas lineares, 27 a 30 en 100  $\mu\text{m}$ , radiadas en los ápices; estrías finas indistintas. Bentónica.

Localidad: Xicatlacotla. *BALE* 1964.

## CLAVE PARA LAS ESPECIES DE LA CLASE RHODOPHYCEAE

- 1a. Filamentos uniseriados corticados o con ramas verticiladas .....2  
 1b. Filamentos uniseriados sin corticación o ramas verticiladas .....*Audouinella pygmaea*  
 2a (1a). Filamentos con ramas verticiladas; filamentos no corticados....*Batrachospermum* sp.  
 2b. Filamentos sin ramas verticiladas; filamentos corticados.....*Compsopogon coeruleus*

**Descripción de las especies de la clase Rhodophyceae**

Clase RHODOPHYCEAE  
 Orden COMPSOPOGONALES  
 Familia COMPSOPOGONACEAE

*Compsopogon* Montagne

*Compsopogon coeruleus* (Balbis ex C. Agardh) Montagne (Lámina 15, fig. b).

Talo filamentoso ramificado, de color verde a violáceo, de 2 a 15 cm de altura; diámetro del filamento: porción baja 145 a 472  $\mu\text{m}$ ; porción media 176 a 291  $\mu\text{m}$ ; porción alta 45 a 227  $\mu\text{m}$ . Células medulares cilíndricas, 91 a 137  $\mu\text{m}$  de longitud, con constricciones en los septos, sin espinas corticales; célula apical redondeada. Sistema basal con rizoides filamentosos ramificados; diámetro de las ramas: porción baja 85 a 300  $\mu\text{m}$ ; porción media 61 a 268  $\mu\text{m}$ ; porción alta 21 a 160  $\mu\text{m}$ ; células corticales de forma variable, de poliédricas a redondas: porción baja 7.75 a

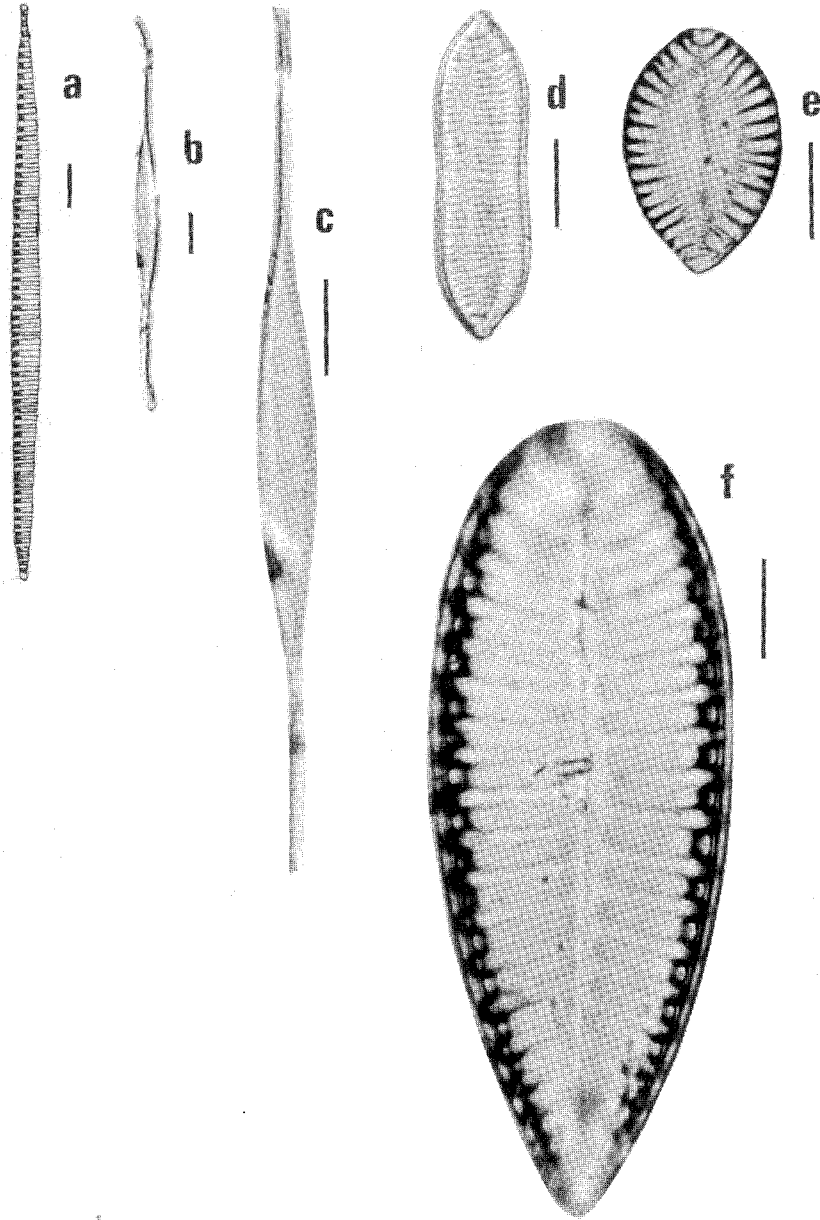


LÁMINA 14. a) *Nitzschia heufleriana*; b) *Nitzschia reversa* 40x; c) *Nitzschia reversa* 100x; d) *Nitzschia constricta*; e) *Surirella brebissonii*; f) *Surirella ternera*. Escala de la barra 10  $\mu$ m. Todas en vista valvar.

15.25  $\mu\text{m}$  diámetro, 15.25 a 25.5  $\mu\text{m}$  de longitud; porción media 5.75 a 16.25  $\mu\text{m}$  de diámetro, 16 a 26.5  $\mu\text{m}$  de longitud; porción alta 7.25 a 13.75  $\mu\text{m}$  de diámetro, 14.5 a 27.75  $\mu\text{m}$  de longitud; monosporas ausentes. Epifítica, bentónica.  
Localidad: Xicatlacotla. *BALE 1951-1954*.

Orden ACHROCHAETIALES  
Familia ACHROCHAETIACEAE

*Audouinella* Bory

*Audouinella pygmaea* (Kützing) Weber-Van Bosse (Lámina 15, fig. a).

Talo filamentoso uniseriado que forma matas azules de hasta 2 cm de altura; células, 13.25 a 19.75  $\mu\text{m}$  de diámetro, 25 a 57  $\mu\text{m}$  de longitud; sin diferenciación entre las ramas principales y las laterales; pared celular 4  $\mu\text{m}$  de diámetro; célula ápical redondeada; ángulo de la ramificación 20 a 30°; monosporas 13 a 18  $\mu\text{m}$  de diámetro, 12.75 a 17.25  $\mu\text{m}$  de largo. Bentónica.

Localidad: Las Huertas y Los Manantiales. *BALE 2185*.

Orden BATRACHOSPERMALES  
Familia BATRACHOSPERMACEAE

*Batrachospermum* Roth

*Batrachospermum* sp. (Lámina 15, fig. c, d).

En el campo se observó el desarrollo de la fase gametofítica a partir de una célula apical de la fase esporofítica (fase "Chantransia").

Esporofito: matas hemisféricas, de color verde olivo, 10 mm de altura; eje y ramas diferenciadas, ramas de tercer orden, alternas u opuestas, ángulo 20-45°; célula apical redondeada; rizoides sigmoides, 9.5 a 16.25  $\mu\text{m}$  de diámetro, 20 a 30  $\mu\text{m}$  de longitud; células de 7.5 a 66.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, 15.76 a 66.5  $\mu\text{m}$  de longitud; proporción 1.5:5; pared celular 0.88 a 4.5  $\mu\text{m}$ ; cloroplastos parietales discoïdales; monosporas ovales, poco frecuentes, 13.75  $\mu\text{m}$  de diámetro, 19.75 a 30.75  $\mu\text{m}$  de longitud. Epifítica.

Gametofito: talo que por división meiótica se origina en el ápice de algunos filamento de la fase "Chantransia"; células del eje central cilíndricas, de la que nacen cuatro a cinco células pericentrales; filamentos del verticilo con cinco a siete células por filamento; no se observaron estructuras sexuales.

Localidad: Los Manantiales. *BALE 2051*.

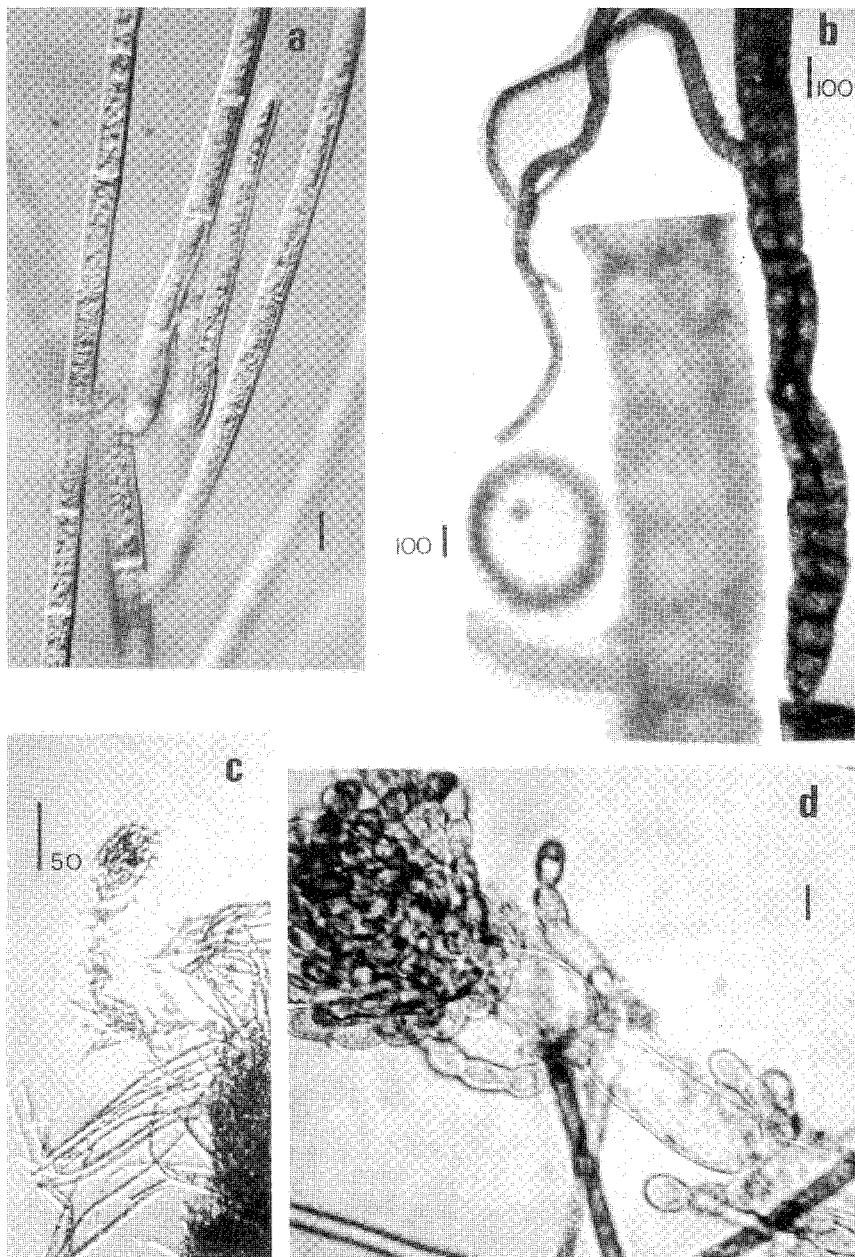


LÁMINA 15. a) *Audouinella pygmaea*; b) *Compsopogo coeruleus*; c) *Batrachospermum* sp., fase gametofítica desarrollándose en el ápice de la fase "Chantransia"; d) *Batrachospermum* sp., detalle de la fase gametofítica. Escala de la barra 10  $\mu$ m, excepto cuando se indica lo contrario



## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La flora algal de estas localidades y sus ambientes se encuentra dominada por especies de la clase Cyanophyceae y Bacillariophyceae, en un segundo nivel en relación al número de especies las Chlorophyceae y, finalmente, Rhodophyceae y Xanthophyceae. La presencia de comunidades dominadas por cianofitas filamentosas con forma de vida epilítica y una comunidad diversa de diatomeas epifíticas y metafíticas explica lo observado y coincide con datos de Odum (1959); Whitford (1969) y Wilde y Tilly (1981), quienes indican que el 80% del total de la flora es dominada por algas de color verde azul en manantiales con temperaturas de 20 a 30°C.

Del total de la flora del presente estudio y con la consulta bibliográfica de las condiciones ambientales de las especies se obtuvo información que permite reconocer a algunas como indicadoras de ciertas condiciones ambientales; por un lado, especies de aguas con poca contaminación tales como *Lyngbya aestuarii*, *Phormidium tenue*, *Oscillatoria princeps*, *Phormidium retzii*, *Calothrix braunii*, *Audouinella pygmaea*, *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Blum, 1957; Hynes, 1970; Necchi *et al.*, 1993), presentes en la localidad Los Manantiales; y por el otro, especies de aguas con alto contenido de materia orgánica tales como *Cladophora glomerata*, *Compsopogon coeruleus* y *Navicula cuspidata* (Blum, 1956, 1957; Holmes y Whitton, 1981; Vis *et al.*, 1992), presentes en la localidad Xicatlacotla, que está relacionado con los aportes de agua que se descargan al río Amacuzac que son de origen doméstico e industrial, estos últimos constituidos en parte por los desechos del Centro Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC) y de ingenios cañeros (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1981).

El resultado de este trabajo contribuye al conocimiento florístico de las algas dulceacuícolas presentes en dos manantiales y una zona del río Amacuzac, Morelos, y sirve de referencia para futuros trabajos sobre algas continentales en esta y otras regiones de México. Asimismo, la información de las condiciones ambientales de la mayoría de las especies algales encontradas apoyará seguramente a futuros trabajos de carácter ecológico y biogeográfico en la región.

## AGRADECIMIENTOS

A Eberto Novelo Maldonado y Michele Gold-Morgan, que amablemente leyeron el manuscrito e hicieron comentarios, sugerencias y correcciones. Asimismo, a los revisores anónimos, quienes hicieron diversas críticas constructivas al manuscrito que enriquecieron el trabajo. Al apoyo financiero otorgado por DGAPA-UNAM y PADEP-Doctoral, UNAM (Proyectos 3312, 3326).

## LITERATURA CITADA

- AGUILAR, S. 1990. *Dimensiones ecológicas del estado de Morelos*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 149 p.
- ANAGNOSTIDIS, K. y J. KOMÁREK. 1985. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 1.Introduction. *Arch. Hydrobiol. Suppl. 71, Algal. Stud. 38/39*:291-302.
- ANAGNOSTIDIS, K. y J. KOMÁREK. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 3.Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl. 80, Algal. Stud. 50/53*:327-472.
- BLUM, J.L. 1956. The ecology of river algae. *Bot. Rev. (London)* 22:241-231.
- BLUM, J.L. 1957. An ecological study of the algae of the Saline River, Michigan. *Hydrobiologia* 9:361-408.
- BOURRELLY, P. 1968. *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Les algues jaunes et brunes, II*. N. Boubée et Cie., Paris. 517 p.
- BOURRELLY, P. 1970. *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Les algues bleues et rouges, III*. N. Boubée et Cie., Paris. 512 p.
- BOURRELLY, P. 1972. *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Les algues vertes, I*. N. Boubée et Cie., Paris. 572 p.
- DESIKACHARY, T.V. 1959. *Cyanophyta*. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 686 p.
- GARBARY, D.J. y P.W. GABRIELSON. 1990. *Taxonomy and evolution*. In: M.K. Cole y R.G. Sheath. (eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press, New York. 517 p.
- GEITLER, L. 1930-32. Cyanophyceae. In: L.Rabenhort's. *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. 14:1-1196. Leipzig.
- GERMAIN, H. 1981. *Flore des diatomées. Diatomophycées*. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris. 444 p.
- GOLD-MORGAN, M., G.Z. MONTEJANO y J. KOMÁREK. 1994. Freshwater epiphytic Cyanoprocarvates from central Mexico. *Arch. Protistenk.* 144:383-405.
- HEGEWALD, E. y P.C. SILVA. 1988. *Annotated catalogue of Scenedesmus and nomenclaturally related genera, including original descriptions and figures*. *Bibl. Phycol.* Band 80. J. Cramer, Berlin. 587 p., 900 figures.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL, D.U. y M.I. TAPIA. 1987. Ecología del fitoplancton primaveral de superficie en el lago de Tequesquitengo, Morelos, México. *Revista Biol. Trop.* 35(1):31-39.
- HOEK, C. VAN DEN. 1963. *Revision of the European species of Cladophora*. E.J.Brill, Leiden. 248 p.
- HOLMES, N.T.H. y B.A. WHITTON. 1981. Phytobenthos of the river Tees and its tributaries. *Freshwater Biol.* 11:139-163.
- HYNES, H.B.N. 1970. *Ecology of running waters* (4th repr.) University of Toronto Press. The Chaucer Press Ltd., Bungay, Suffolk. 518 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 1981. *Síntesis geográfica del estado de Morelos*. Secretaría de Programación y Presupuesto, México. 186 p.
- ISLAM, A.K. 1963. *A revision of the genus Stigeoclonium*. *Nova Hedwigia* 10. 164 p.
- ISRAELSON, G. 1942. *The freshwater Florideae of Sweden*. *Symbolae Botanicae Upsalienses* VI. 130 p.
- KANN, E. y J. KOMÁREK. 1970. Systematisch-ökologische Bemerkungen zuy den Arten des Formenkreises *Phormidium autumnale*. *Schweiz Hydrol.* 32 (2): 495-518.
- KOMÁREK, J. y K. ANAGNOSTIDIS. 1986. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 2. Chroococcales. *Arch.Hydrobiol.Suppl. 73, Algal. Stud. 43*:157-226.

- KOMÁREK, J. y K. ANAGNOSTIDIS. 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 4. Nostocales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 82, *Algol. Stud.* 56: 247-345.
- KOMÁREK, J. y E. KANN. 1973. Zur Taxonomie und Ökologie der Gattung *Homoeothrix*. *Arch. Protistenk.* 115:173-233.
- KOMÁREK, J. y L. KOVACIK. 1987. Revision of several species of the genus *Homoeothrix* (Cyanophyta). *Preslia* 59:229-292.
- KOMÁREK, J. y E. NOVELO. 1994. Little known tropical *Chroococcus* species. *Preslia* 66:1-21.
- KRAMMER, K., y H. LANGE-BERTALOT. 1986. 2/1. *Bacillariophyceae*. 1. *Naviculaceae*. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, y D. Mollenhauer (eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 876 p., 206 láms.
- KRAMMER, K., y H. LANGE-BERTALOT. 1988. 2/2. *Bacillariophyceae*. 1. *Bacillariaceae*, *Epithemiaceae*, *Surirellaceae*. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 596 p., 184 láms.
- KRAMMER, K., y H. LANGE-BERTALOT. 1991a. 2/3. *Bacillariophyceae*. 1. *Centrales*, *Fragilariaceae*, *Eunotiaceae*. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 576 p., 166 láms.
- KRAMMER, K., y H. LANGE-BERTALOT. 1991b. 2/4. *Bacillariophyceae*. 1. *Achnantheaceae*. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. In: H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 437 p., 88 láms.
- LEE, K. y F.E. ROUND. 1988. Studies on freshwater *Amphora* species. II. *Amphora copulata* (Kütz.) Schoeman et Archibald. *Diatom Res.* 3(2):217-225.
- MONTEJANO, G., M. GOLD-MORGAN y J. KOMÁREK. 1993. Freshwater epiphytic Cyanoprocarvates from central Mexico. *Arch. Protistenk.* 143:237-247.
- NECCHI, O., R.G. SHEATH y K.M. COLE. 1993. Systematics of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North America. 2. The bluish species. *Arch. Hydrobiol.* 98, *Algol. Stud.* 71:13-21.
- ODUM, P. E. 1959. *Ecología*. 2a.ed. Editorial Interamericana, México. D.F. 412 p.
- PATRICK, R. y C.W. REIMER. 1966. *The diatoms of the United States*. Monogr. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 688 p.
- PATRICK, R. y C.W. REIMER. 1975. *The diatoms of the United States*. Monogr. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 2. 213 p.
- RUSHFORTH, S.R., I. KACZMARSKA y J.R. JOHANSEN, 1984. The subaerial diatom flora of Thurston Lava Tube, Hawaii. *Bacillaria* 7:135-157.
- ROUND, F.E. 1981. *The ecology of algae*. Cambridge University Press, New York. 653 p.
- SÁMANO-BISHOP, A. y D. SOKOLOFF. 1931. La flora y fauna de aguas dulces del Valle de México. *Monogr. Inst. Biol. Univ. Nac. México* 1:48-49.
- SARODE, P.T. y N.D. KAMAT. 1984. *Freshwater diatoms of Maharashtra*. Saikripa Prakashan, Aurangabad. 338 p.
- SIMONSEN, R. 1979. The diatom system: ideas on phylogeny. *Bacillaria* 2:9-71.
- STARMACH, K. 1966. *Flora Slodkowodna Polski 2: Cyanophyta-Glaucophyta*. Polska Akademia Nauk, Warszawa-Kraków. 807 p.
- STARMACH, K. 1969. *Flora Slodkowodna Polski 11: Chlorophyta-Oedogoniales*. Polska Akademia Nauk, Warszawa-Kraków. 659 p.
- STARMACH, K. 1977. *Flora Slodkowodna Polski 14: Phaeophyceae-Rhodophyceae*. Polska Akademia Nauk, Warszawa-Kraków. 445 p.

- TRANSEAU, N.E. 1951. *The Zygnemataceae. Fresh-water conjugate algae*. The Ohio State University Press, Columbus. 327 p.
- VASILIEV, Y.M. y M.S. ARABADZHI. 1981. *Geología general e histórica*. Ed. Mir, Moscú. 404 p.
- VENTAKATAMARAN. 1961. *Vaucheriaceae*. Indian Council of Agricultural Research Institute, New Delhi. 111 p.
- VIS, M.L., R.G. SHEATH y K.M. COLE. 1992. Systematics of the freshwater red algal family Compsopogonaceae in North America. *Phycologia* 31 (6):564-575.
- WATANABE, M. y J. KOMÁREK. 1989. New *Blennothrix*-species (Cyanophyceae /Cyanobacteria) from Nepal. *Bull.Natl.Sci.Mus.* 15 (3):67-79.
- WEST, W. y G.S. WEST. 1904. *A monograph of the British Desmidiaceae*. The Ray Society, London. v.5. 300 p.
- WILDE, W.E. y J.L. TILLY. 1981. Structural characteristics of algal communities in thermally altered artificial streams. *Hydrobiologia* 76:57-63.
- WITHFORD, L.A. 1969. Notes on the ecology of some species of freshwater algae. *Hydrobiologia* 32:225-236.

**Apéndice 1.** Lista de especies y su distribución en las localidades de estudio: Xicatlacotla (XIC), Los Manantiales (MAN) y Las Huertas (HUE)

	XIC	MAN	HUE
CLASE CYANOPHYCEAE			
<i>Anabaena</i> sp,	X		
<i>Anabaenopsis tanganycae</i> (G.S. West) V.V. Miller		X	
<i>Aphanothece microscopica</i> Nägeli		X	
<i>Blennothrix ganeshii</i> Watanabe et Komárek		X	
<i>Calothrix braunii</i> Bornet et Flahault		X	
<i>C. fusca</i> (Kützing) Bonet et Flahault	X		
<i>Chamaechalyx swirenkoi</i> (Sirsov) Komárek et Anagnostidis		X	
<i>Chamaesiphon confervicola</i> A. Braun		X	
<i>Chroococcus indicus</i> Zeller	X		
<i>C. cf. turgidus</i> (Kützing) Nägeli	X		
<i>Hapalosiphon intricatus</i> W. West et G.S. West		X	
<i>H. welwitschii</i> W. West et G.S. West		X	
<i>Heteroleibleinia kuetzingii</i> (Schmid) Compère	X		
<i>Jaegginema pseudogeminatum</i> (Schmid) Anagnostidis et Komárek		X	
<i>Lyngbya aestuarii</i> (Mertens) Liebmann		X	
<i>L. gardneri</i> Geitler		X	
<i>L. latissima</i> Prescott		X	
<i>L. magnifica</i> Gardner		X	
<i>L. major</i> Meneghini		X	
<i>L. subconfervoides</i> Borge		X	
<i>Leibleinia gracilis</i> Meneghini		X	
<i>Merismopedia punctata</i> Meyer	X		
<i>Microcoleus acutissimus</i> Gardner			X
<i>M. lacutris</i> Farlow ex Gomont			X
<i>M. paludosus</i> (Kützing) Gomont		X	
<i>M. sociatus</i> W. West et G.S. West		X	

Apéndice 1, *continúa*

	XIC	MAN	HUE
<i>Nostoc</i> sp.		X	
<i>Oscillatoria curviceps</i> C. Agardh	X		
<i>O. limosa</i> C. Agardh		X	
<i>O. obscura</i> Brühl et Biswas	X		
<i>O. princeps</i> Vaucher ex Gomont		X	
<i>O. proteus</i> Skuja	X		
<i>O. sancta</i> (Kützing) Gomont		X	
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i> (Kützig ex Gomont) Anagnostidis et Komárek		X	
<i>P. allorgei</i> (Frémy) Anagnostidis et Komárek		X	
<i>P. diguetii</i> (Gomont) Anagnostidis et Komárek	X		
<i>P. puteale</i> (Montagne ex Gomont) Anagnostidis et Komárek		X	X
<i>P. retzii</i> (J. Agardh) Kützing		X	
<i>P. tenue</i> (C. Agardh ex Gomont) Anagnostidis et Komárek	X		
<i>Plectonema tomasinianum</i> (Kützing) Bornet		X	
<i>Pleurocapsa minor</i> Hansgirg		X	
<i>Porphyrosiphon martensianus</i> (Meneghini ex Go- mont) Anagnostidis et Komárek		X	
<i>Scytonema coactile</i> Montagne ex Kützing		X	
<i>Spirulina major</i> Kützing ex Gomont	X		
<i>Strichosiphon sansibaricus</i> (Hieronymus) Drouet et Daily		X	
<i>Xenococcus bicudo</i> Montejano, Gold et Komárek		X	
<i>X. lamellosus</i> Gold-Morgan, Montejano et Komárek		X	
CLASE CHLOROPHYCEAE			
<i>Chara canescens</i> Loiseleus-Deslongchamps		X	
<i>Closterium</i> sp.	X		
<i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing	X		

Apéndice 1, *continúa*

	XIC	MAN	HUE
<i>Oedogonium</i> sp.	X		
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> (C. Agardh) Kützing		X	
<i>Scenedesmus armatus</i> (R. Chodat) R. Chodat	X		
<i>S. longus</i> var. <i>brevispina</i> G.M. Smith	X		
<i>Spirogyra</i> sp.	X		
<i>Stigeoclonium flagelliferum</i> Kützing		X	
<i>S. stagnatile</i> (Hazen) Collins	X	X	
CLASE XANTHOPHYCEAE			
<i>Vaucheria sessilis</i> (Vaucher) De Candolle f. <i>clavata</i> (De Candolle) Heerig		X	
CLASE BACILLARIPHYCEAE			
<i>Actinocyclus normanii</i> (Gregory ex greville) Hustedt		X	
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grunow	X		
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman et Archibald	X		
<i>Caloneis bacillus</i> (Grunow) Cleve		X	
<i>C. permagna</i> (Bailey) Cleve	X	X	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck		X	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	X		
<i>Cymbella cistula</i> (Hemprich et Ehrenberg) Kirchner		X	
<i>C. tumida</i> (Brébisson ex Kützing) Van Henfrey	X		
<i>Denticula elegans</i> Kützing	X		
<i>Gomphonema angustum</i> C. Agardh		X	
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing		X	
<i>G. ventricosum</i> Gregory	X	X	
<i>Gyrosigma spenceri</i> (W. Smith) Griffith et Henfrey	X	X	
<i>Navicula cohnii</i> (Hilse) Lange-Bertalot	X		
<i>N. cuspidata</i> (Kützing) Kützing	X	X	
<i>N. goeppertiana</i> (Bleisch) H.L. Smith			X

## Apéndice 1, continúa

	XIC	MAN	HUE
<i>Navicula pseudonivalis</i> Bock	X		
<i>N. subrhynchocephala</i> Hustedt		X	
<i>Nitzschia agnita</i> Hustedt	X		
<i>N. amphibia</i> Grunow		X	
<i>N. claussii</i> Hantzsch	X		
<i>N. commutata</i> Grunow	X		
<i>N. compressa</i> (Bailey) Boyer	X		
<i>N. contracta</i> (Kützing) Ralfs	X		
<i>N. heufleriana</i> Grunow	X		
<i>Nitzschia reversa</i> W. Smith	X		
<i>Pinnularia major</i> (Kützing) Rabenhorst		X	
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère	X	X	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller		X	X
<i>R. gibberula</i> (Ehrenberg) O. Müller		X	X
<i>Synedra gaillonii</i> (Bory) Ehrenberg	X		
<i>S. goulardii</i> Brébisson	X		
<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg var. <i>ulna</i>	X	X	
<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg var. <i>contracta</i> Ostrup		X	
<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg var. <i>oxyrhynchus</i> f. <i>mediocontracta</i> (Forti) Hustedt	X	X	
<i>Surirella Brebissonii</i> Krammer et Lange-Bertalot	X		
<i>S. tenera</i> Gregory	X		
<i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg	X	X	X
CLASE RHODOPHYCEAE			
<i>Audouinella pygmaea</i> (Kützing) Weber-Van Bosse		X	X
<i>Batrachospermum</i> sp.			X
<i>Compsopogon coeruleus</i> (Balbis ex C. Agardh) Montagne	X		