

ALGAS

*Eberto Novelo, Edith Ponce, Rocío Ramírez y Mónica Ramírez**

Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México.

INTRODUCCIÓN

Los cuerpos de agua de la Cantera Oriente ofrecen la oportunidad de estudiar condiciones ambientales acuáticas muy poco frecuentes en el Valle de México: manantiales, aguas corrientes y varios lagos someros; estos ambientes propician el desarrollo de algas que son difíciles de observar en el resto de la zona metropolitana y nos permiten estudiar las algas pertenecientes a varios grupos taxonómicos en una localidad cercana, relativamente aislada y estable. Las relaciones florísticas de los cuerpos de agua del Valle de México no son conocidas, principalmente por la ausencia de un inventario básico de estos organismos en ninguno de esos ambientes. Ni para Xochimilco o Texcoco, por mencionar los más extensos, existen suficientes registros recientes de las algas presentes como para asociar la riqueza de la Cantera con cualquier condición acuática. Por ello, la posibilidad de estudiar la ficoflora

*Novelo, E., E. Ponce, R. Ramírez y M. Ramírez. 2007. Algas. En: A. Lot (coord.) *Guía Ilustrada de la Cantera Oriente: caracterización ambiental e inventario biológico*. Coordinación de la Investigación Científica, Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria, UNAM. México, pp. 63-95.

✉: enm@hpfciencias.unam.mx

de la Cantera nos dará una información muy valiosa para entender el significado de la presencia de algunas algas en los cuerpos de agua más extensos del Valle. Si partimos de la consideración general de que las algas son excelentes indicadoras de las condiciones ambientales entonces veremos que la riqueza algológica de la Cantera Oriente cobra una relevancia significativa en el conocimiento de las relaciones florísticas del Valle de México. La presencia de algunas algas de afinidad templada, tropical o cosmopolita en este Valle ha sido documentada previamente (Tavera *et al.* 2000) y su importancia como indicadoras de condiciones ambientales precisas o cambiantes también ha sido discutida para algunos de los grupos más frecuentemente registrados en México (Novelo *et al.* 2007; Tavera *et al.* 2000,). Sin embargo la falta de registros formalmente publicados para la región hace que la ficoflora de la Cantera cobre una importancia mayor. Además, por su ubicación y cercanía al campus universitario la convierte en un magnífico laboratorio natural para la enseñanza y entrenamiento de los futuros biólogos egresados de la UNAM. En esta última perspectiva, los autores han mantenido actividades de investigación estudiantil de cursos obligatorios y optativos para el conocimiento de la florística y ecología de las algas de la Cantera.

Los cuerpos de agua de la Cantera se pueden agrupar en dos tipos principalmente, las aguas relativamente estancadas y las aguas corrientes. Ambos están conectados por canales y seguramente por filtración y el nivel freático dentro de la localidad, pero no contamos, por el momento, con un estudio sobre el flujo hidrológico completo. Para fines prácticos hemos reconocido dos tipos de ambientes principales, los arroyos y canales y los lagos someros, sin embargo es claro que ambos son parte de un sistema continuo que deberá ser caracterizado física y biológicamente. En esta primera aproximación a las algas de la localidad pretendemos mostrar la riqueza general de la zona para mostrar su importancia florística y su potencial como reservorio de especies potencialmente colonizadoras de otras localidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material algal se ha recolectado regularmente desde agosto de 2006, principalmente durante los periodos lectivos de la Facultad de Ciencias, las recolecciones se han hecho siempre de manera regular en al menos cuatro zonas del afluente principal y en el centro y el litoral del lago principal (Figura 1, puntos 1 a 5). Además se han recolectado crecimientos visibles o muestras de fitoplancton de otros puntos donde los crecimientos algales son masivos y visibles macroscópicamente. En cada punto permanente de recolección se han registrado los valores de conductividad, pH y temperatura, además, se han tomado muestras de agua para la determinación de las concentraciones de nutrimentos principales (nitratos, nitritos, fósforo total, sílice, dureza) por medio de métodos espectrofotométricos (Hach, 1997).

Los métodos principales de recolección fueron con una red de fitoplancton de una apertura de malla de 10 μm , exprimidos de macrofitas, raspado con una navaja o un cepillo y toma directa de crecimientos algales. Todas las muestras se han reunido en una colección especial (provisionalmente bajo la responsabilidad del primer autor) y una vez terminada la determinación específica de cada una de ellas serán incorporadas al Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME). De cada muestra se han montado preparaciones semipermanentes con gelatina glicerinada (González y Novelo 1986) y permanentes para las diatomeas (previamente limpiadas por digestión ácida y montadas en Naphrax o poliestireno disuelto en xilol). Todas las preparaciones se incluyen en la colección ya mencionada.

Las observaciones fueron hechas con microscopios con contraste de interferencia diferencial, contraste de fases y campo claro y las microfotografías se hicieron con cámaras digitales y con película ILFORD 50 ASA. La bibliografía utilizada para la identificación fue específica para cada grupo y se consideraron las aproximaciones taxonómicas más recientes, tanto publicadas co-

mo disponibles en la Internet. Todos los nombres fueron corroborados en el Index Nominum Algarum (INA 2004) y siguiendo el esquema taxonómico propuesto por Hoek *et al.* (1995) para las algas eucariontes. Para las Cyanoprokaryota (Cyanophyta – Cyanobacteria) seguimos el sistema de Komárek (2003) y Komárek *et al.* (2003).

RESULTADOS

Los cuerpos de agua de la Cantera se pueden agrupar, por el movimiento relativo que presentan, en aguas corrientes y aguas estancadas. La flora algal presente en cada uno de los cuerpos es relativa a esa primera caracterización: en los cuerpos de agua corriente proliferan algas filamentosas fijas al sustrato, fitoplancton pobre y metafiton abundante, en la zona pelágica de los cuerpos de agua estancada crecen algas unicelulares o coloniales y en el litoral de esos mismos cuerpos abundan el fitoplancton y el metafiton. Los valores mínimos y máximos de los parámetros obtenidos nos dan una idea general de cierto grado de diferenciación en la calidad del agua de las zonas de aguas corrientes a las zonas “lacustres” (Tabla 1).

A la fecha se han realizado observaciones detalladas en las muestras de los primeros meses (octubre, noviembre y marzo) y la flora obtenida es muy rica y variada, tanto en el espacio como en el tiempo. A la fecha se han registrado un total de 118 especies con poblaciones relativamente abundantes. La distribución taxonómica es la siguiente: 22 Cyanoprokaryota, 54 Heterokontophyta (53 Bacillariophyceae y 1 Xanthophyceae), 37 Chlorophyta y 5 Euglenophyta. Muchas otras especies, con ejemplares aislados o con los caracteres diagnósticos ausentes no se han considerado en el registro que se presenta. Las especies mencionadas como ‘sp.’ presentan poblaciones abundantes y se observaron sólo en condiciones ambientales precisas (*Spirogyra* sp., *Chlamydomonas* sp., por ejemplo).

Las especies encontradas se enlistan enseguida, con un breve comentario sobre cada una de ellas. Por razones de espacio no se describen las especies, su distribución en las muestras ni se proporcionan claves de identificación, sin embargo esa información está disponible a quien lo solicite al primer autor de este trabajo.

Cyanoprokaryota

- Anabaena* sp. / Lam. 1, fig. 1
Sin acinetos para su identificación. Una especie muy abundante en el fitoplancton.
- Aphanocapsa* sp. / Lam. 1, fig. 2
Diámetro de las células de 3.0 a 3.5 μm . El conjunto de características difiere de lo descrito.
- Asterocapsa* sp. / Lam 1, fig 3
Diámetro de las células de 10 a 15 μm . Colonias complejas con diferenciación marcada en las características de la vaina. El conjunto de características difiere de lo descrito.
- Chamaesiphon incrustans* Grunow / Lam. 1, figs. 4,5
Células de 7-15 x 4-6 μm . Una especie de distribución mundial amplia registrada principalmente en aguas corrientes. Epífita de *Cladophora glomerata*.
- Chamaesiphon* sp. / Lam. 1, fig. 6
Células de un diámetro menor de 4 μm . Es notorio el arreglo en dos direcciones del crecimiento en las colonias. El conjunto de características difiere de lo descrito. Epífita de *Cladophora glomerata*.
- Chlorogloea* sp. / Lam. 1, fig. 7
Células menores de 5 μm Presente en aguas corrientes, epilítica. El conjunto de características difiere de lo descrito.
- Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli / Lam. 1, fig. 8

Cosmopolita, con un amplio espectro ecológico. Principalmente planctónica, en la Cantera vive como metafiton en lagos

Chroococcus obliteratus Richter / Lam. 1, fig. 9

Especie metafítica de aguas someras. Común en la zona templada, con pocos registros en las zonas tropicales.

Cylindrospermum majus Kützing / Lam. 1, fig. 10, 11

Una especie considerada aerofítica, en la Cantera se presenta en el metafiton de lagos. Con una distribución principalmente templada en ambos hemisferios.

Gloeocapsa sp. / Lam. 1, fig. 12

Una población aerofítica, con diferenciación clara del mucílago y cercanía morfológica con las poblaciones de *Asterocapsa* sp. El conjunto de características difiere de lo descrito.

Gloeocapsopsis cfr. *cyanea* (Krieger) / Lam. 2, fig. 13

Komárek et Anagnostidis

Células con un diámetro de 2 μm . Metafítica y adherida al detritus de macrofitas. Esta especie hasta ahora sólo se conoce de Creta, Grecia.

Jaaginema subtilissimum / Lam. 2, fig. 14

(Kützing ex De Toni) Anagnostidis et Komárek

Una especie béntica con una distribución amplia y un espectro ecológico que incluye una contaminación alta de materia orgánica. Presente generalmente en aguas estancadas, y asociada con bacterias sulfurosas.

Lyngbya martensiana Meneghini / Lam. 2, fig. 15

ex Gomont

Una especie metafítica y perifítica con distribución muy amplia, de aguas estancadas y corrientes.

Microcystis novacekii / Lam. 2, fig. 16

(Lemmermann) Ralfs

Típico componente del plancton de los lagos de la Cantera. Registrada para aguas meso a eutróficas. Abundante en la zona tropical.

- Myxosarcina* sp. 1 / Lam. 2, fig. 17
Células adultas con diámetros mayores de 10 μm . El conjunto de características difiere de lo descrito.
- Myxosarcina* sp 2 / Lam. 2, fig.18
Células adultas con diámetros menores a 10 μm . El conjunto de características difiere de lo descrito, principalmente por la coloración de las células.
- Oscillatoria tenuis* Agardh / Lam. 2, fig. 19
ex Gomont
Células de 8-9 μm de diámetro y 2.5-5 μm de largo. Una especie con distribución muy amplia y registros ambientales contradictorios (planctónica y aerofítica). En la Cantera se presenta como parte del plancton.
- Phormidium aerugineo-coeruleum* / Lam. 2, fig. 20
(Gomont) Anagnostidis et Komárek
Células de 5-7.5 μm de diámetro y 3 μm largo. Una especie con una distribución muy amplia y un espectro ecológico muy diverso.
- Phormidium taylorii* (Drouet et / Lam. 2, fig. 21
Strickland) Anagnostidis
Especie béntica. Conocida sólo de algunas localidades de América y Europa, tanto templadas como tropicales. En la Cantera es parte del metafiton de lagos.
- Schizothrix* sp. / Lam. 2, fig. 22
En la Cantera aparece como parte del metafiton de lagos. El conjunto de características difiere de lo descrito.
- Scytonema* sp. / Lam. 2, fig. 23
Una población aerofítica, abundante pero sin muchas de las características necesarias para su identificación.
- Xenococcus* cfr. *willei* Gardner / Lam. 2, fig. 24
Especie epífita sobre *Cladophora glomerata* registrada previamente en México en corrientes alcalinas y conocida también en India, Japón y Puerto Rico

Bacillariophyceae

- Achnanthes hungarica* / Lam. 3, figs. 25, 26
Grunow
Células de 6-25 x 6-7.5 μm . Una especie perifítica de aguas alcalinas, estancadas y condiciones cercanas a la eutrofia. Distribución amplia.
- Achnantes inflata* (Kützing) / Lam. 3, figs. 27, 28
Grunow
Una especie metafítica a perifítica de ambientes alcalinos. Con una distribución amplia tanto en zonas templadas como tropicales.
- Achnanthidium chlidanos* (Hohn et Hellerman) Novelo, Tavera et Ibarra / Lam. 3, figs. 29, 30
Especie de ecología muy puntual en aguas oligotróficas de baja conductividad, ácidas a circumneutras en Europa y Norteamérica. También presente en pantanos kársticos en Quintana Roo.
- Achnanthidium exiguum* / Lam. 3, figs. 31, 32
(Grunow) Czarnecki
Especie principalmente perifítica, cosmopolita y de un espectro ecológico muy amplio.
- Amphora coffeaeformis* / Lam. 3, fig. 33
(Agardh) Kützing
Especie metafítica, alcalífila. Cosmopolita.
- Amphora copulata* (Kützing) / Lam. 3, fig. 34
Schoemann et Archibald
Células de más de 30 μm de largo. Especie metafítica y planctónica, alcalífila. De distribución y afinidades ecológicas inciertas por confusión con *A. lybica*, la cual tiene una distribución más restringida.
- Amphora perpusila* (Grunow) Grunow / Lam. 3, fig. 35
Especie epilítica, parece preferir ambientes alcalinos. Distribución amplia.

- Amphora veneta* Kützing / Lam. 3, fig. 36
Especie metafítica y perifítica, alcalífila. Distribución amplia.
- Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen / Lam. 3, fig. 37
Especie planctónica, de distribución amplia en ambientes oligo a eutróficos.
- Caloneis* cfr. *amphisbaena* fo. / Lam. 3, fig. 38
subsalina (Donkin) Van der Werff et Huls
Células de 85-90 x 30 μm , 17 estrías en 10 μm . Nuestros ejemplares tienen una morfología general similar a la forma subsalina, pero las condiciones ambientales de este taxón son aguas salobres. No existe una forma similar dentro de las especies descritas de *Caloneis*.
- Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve / Lam. 3, fig. 39
Especie bentónica a metafítica, alcalífila de ambientes con agua corriente. Distribución mundial amplia.
- Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck / Lam. 3, fig. 40, 41
Una variedad que habita en condiciones ecológicas muy amplias (aguas corrientes y estancadas) y de distribución cosmopolita.
- Craticula cuspidata* (Kützing) D.G. Mann / Lam. 3, fig. 42
Especie metafítica a perifítica, alcalífila, de ambientes oligo a eutróficos. Distribución muy amplia.
- Cyclotella meneghiniana* Kützing / Lam. 4, figs. 43, 44
Especie típicamente cosmopolita de espectro ecológico muy amplio.
- Cymbella mexicana* (Ehrenberg) Cleve / Lam. 4, figs. 45, 46
Especie metafítica a bentónica. Afín a condiciones alcalinas. Distribución tropical principalmente.

- Denticula kuetzingii* Grunow / Lam. 4, fig. 47
Especie metafítica a planctónica, alcalífila, Distribución principalmente templada, pero con registros en las zonas tropicales.
- Diatoma moniliformis* Kutzing / Lam. 4, fig. 48
Células de 11.4- 13.2 x 2.3 a 2.6 μm , 9 septos en 10 μm . Una especie principalmente marina, presente en aguas salobres. Distribución principal en la zona templada.
- Eunotia* aff. *sudetica* O.F. Müller / Lam. 4, fig. 49
Células de 23.7-25.2 x 7.3-7.5 μm , 8 estrías en 10 μm . Especie acidófila, de aguas corrientes y sensible a la contaminación orgánica. Para confirmar la identidad se requiere de observar las características de la vista conectiva.
- Eunotia* sp. / Lam. 4, fig. 50
Células de 53-65 x 10-11.5 μm , 9-12 estrías en 10 μm . El conjunto de características difiere de lo descrito.
- Frustulia vulgaris* (Thwaites) De Toni / Lam. 4, fig. 51
Especie de aguas corrientes, perifítica, alcalífila. Distribución amplia.
- Gomphonema affine* Kützing / Lam. 4, fig. 52
Especie principalmente bentónica, alcalífila o indiferente al pH, en condiciones meso a eutróficas. Distribución amplia.
- Gomphonema clavatum* Ehrenberg / Lam. 4, fig. 53
Especie planctónica y perifítica, es sensible a la contaminación orgánica. Distribución principalmente templada con registros en la zona tropical.
- Gomphonema gracile* Ehrenberg / Lam. 4, fig. 54
Especie principalmente bentónica, de espectro ecológico amplio y distribución cosmopolita.
- Gomphonema parvulum* Kützing / Lam. 4, fig. 55
Especie muy variable en morfología y con un espectro ecológico amplio y distribución cosmopolita.

- Gomphonema truncatum* Ehrenberg / Lam. 4, fig. 56
Especie bentónica de aguas alcalinas a circumneutras. Distribución muy amplia.
- Gomphonema* sp. 1 / Lam. 4, fig. 57
Morfología similar a *G. clavatum*, sin embargo el resto de las características no concuerda con otras especies descritas.
- Hantzschia amphioxys* / Lam. 4, fig. 58
(Ehrenberg) Grunow
Especie muy resistente a la desecación, generalmente litoral de todo tipo de cuerpos de agua. Distribución cosmopolita.
- Melosira varians* Agardh / Lam. 5, figs. 59, 60
Especie bentónica y planctónica de ríos y aguas estancadas. Distribución muy amplia.
- Navicula cryptocephala* Kützing / Lam. 5, fig. 61
Células de 20-22 x 5-5.3 μm y 14 estrías en 10 μm . Especie metafítica de ríos principalmente. Prefiere ambientes eutróficos, alcalinos. Distribución muy amplia.
- Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot / Lam. 5, fig. 62
Especie metafítica, sensible a la contaminación orgánica. Distribución cosmopolita.
- Navicula radiosa* Kützing / Lam. 5, fig. 63
Especie bentónica y planctónica de ríos y lagos, indiferente al pH. Distribución cosmopolita.
- Navicula trivialis* Lange-Bertalot / Lam. 5, fig. 64
Especie litoral, aerófila. Distribución templada con registros en la zona tropical.
- Nitzschia amphibia* Grunow / Lam. 5, fig. 65
Especie planctónica de aguas corrientes principalmente, alcalífila. Cosmopolita.
- Nitzschia clausii* Hantzsch / Lam. 5, fig. 66
Especie litoral, principalmente de aguas corrientes, alcalífila a neutrófila. Cosmopolita.

- Nitzschia communis* Rabenhorst / Lam. 5, fig. 67
Células de 24-24.5 x 4.2-4.8 μm . Especie bentónica, alcalífila. Distribución templada con registros en la zona tropical.
- Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst / Lam. 5, fig. 68
Especie principalmente de aguas corrientes, bentónica, alcalífila. Cosmopolita.
- Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow / Lam. 5, fig. 69
Células de 27-35 x 3.2-4.5 μm , 17 estrías y 7 fíbulas en 10 μm . Especie con un espectro ecológico muy amplio y distribución cosmopolita.
- Nitzschia linearis* W. Smith / Lam. 5, fig. 70
Células de 150-165 x 9-12.3 μm , 8 fíbulas en 10 μm . Especie bentónica principalmente de aguas corrientes. Distribución muy amplia.
- Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith / Lam. 5, fig. 71
Células de 49-65 x 4.5-6.9 μm , 21 estrías, 11 fíbulas en 10 μm . Especie planctónica y bentónica, principalmente de aguas corrientes. Distribución muy amplia.
- Pinnularia acrosphaeria* W. Smith / Lam. 5, fig. 72
Células de 57-60 x 10-11.5 μm , 11 estrías en 10 μm . Especie de aguas estancadas, perifítica. Distribución tropical con registros en zonas templadas.
- Pinnularia tropica* Hustedt / Lam. 5, fig. 73
Especie de aguas estancadas, alcalinas a circumneutras. Distribución tropical.
- Planothidium lanceolatum* (Brébisson) / Lam. 5, fig. 74
Round et Bukhtiyarova
Especie cosmopolita principalmente en aguas alcalinas.
- Rhoicosphenia abbreviata* / Lam. 5, fig. 75
(Agardh) Lange-Bertalot
Especie metafítica y perifítica de espectro ecológico amplio y distribución mundial.
- Rhopalodia gibberula* / Lam. 5, fig. 76

- (Ehrenberg) O.F. Müller
Células de 27-30 x 5.7-6.2 μm . Especie principalmente bentónica de aguas de todo tipo. Distribución amplia.
- Sellaphora laevis* (Kützing) / Lam. 5, fig. 77
D.G. Mann
Especie de aguas corrientes y estancadas, alcalífila. Distribución cosmopolita.
- Sellaphora pupula* (Kützing) / Lam. 5, fig. 78
Mereschowsky
Especie principalmente de aguas corrientes, indiferente al pH a circumneutra. Distribución muy amplia.
- Staurosira construens* var. *venter* / Lam. 5, fig. 79
(Ehrenberg) P.B. Hamilton
Variedad metafítica de aguas corrientes y estancadas, alcalífila. Distribución templada con registros tropicales.
- Surirella brebissonii* Krammer / Lam. 5, fig. 80
et Lange-Bertalot
Especie metafítica a planctónica de aguas estancadas, circumneutras. Distribución templada con varios registros en México.
- Terpsinoe musica* Ehrenberg / Lam. 6, fig. 81
Especie metafítica y bentónica de aguas corrientes. Distribución amplia.
- Tryblionella debilis* Arnott / Lam. 6, fig. 82
Especie de planctónica y aerófila de aguas estancadas. Distribución cosmopolita.
- Tryblionella hungarica* (Grunow) Frenguelli / Lam. 6, fig. 83
Especie bentónica de aguas corrientes principalmente, alcalífila. Distribución cosmopolita.
- Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère / Lam. 6, figs. 84, 85
Especie epífita y planctónica aguas corrientes y estancadas. Distribución cosmopolita.

Chlorophyta

- Chaetosphaeridium globosum* / Lam. 6, fig. 86
(Nordstedt) Klebahn
Especie epífita en aguas estancadas. Distribución cosmopolita.
- Characium ensiforme* Hermann / Lam. 6, fig. 87
Especie epífita, principalmente de algas filamentosas. En aguas alcalinas. Distribución templada con registros tropicales.
- Chlamydomonas* spp. / Lam. 6, figs. 88, 89
En la Cantera existen al menos 4 formas de este género. Para su identificación se requiere estudiar material vivo. Abundan en algunas muestras de metafiton los estados "Palmella".
- Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing / Lam. 6, fig. 90
Especie béntica de aguas corrientes. Distribución cosmopolita.
- Closterium pseudolunula* Borge / Lam. 6, fig. 91
Especie metafítica de aguas corrientes. Distribución templada con registros tropicales.
- Coccomonas* cf. *orbicularis* Stein / Lam. 6, fig. 92
Especie planctónica de aguas estancadas. Distribución templada. Es necesario estudiar material vivo para confirmar la identidad de las poblaciones de la Cantera.
- Desmodesmus maximus* / Lam. 6, figs. 93, 94
(W. et G.S. West) Hegewald
Especie planctónica de aguas estancadas y corrientes. Distribución templada con registros aislados en las zonas tropicales.
- Desmodesmus opoliensis* / Lam. 7, figs. 95, 96
(Richter) Hegewald
Especie planctónica de aguas estancadas eutróficas. Distribución cosmopolita.

- Didimocystis planctonica* Korshikov / Lam. 7, fig. 97
Especie planctónica de aguas eutróficas de la zona templada. Un registro conocido de la India.
- Entocladia* cfr. *endophytica* / Lam. 7, fig. 98
(Möbius) D.M. John
Especie epífita de algas filamentosas de aguas corrientes. Distribución templada. La certeza de la identificación requiere el estudio de las zoosporas, en material ultivado.
- Eudorina elegans* Ehrenberg / Lam. 7, fig. 99
Colonias con un diámetro de 38- 42 μm , diámetro de las células de 5-5.8 μm Especie planctónica y metafítica de aguas estancadas principalmente. Distribución cosmopolita.
- Eutetramorus fottii* (Hindák) Komárek / Lam. 6, fig. 100
Especie planctónica de aguas estancadas, eutróficas. Distribución cosmopolita.
- Golenkinia radiata* Chodat / Lam. 7, fig. 101
Especie planctónica y metafítica de aguas estancadas eutróficas. Distribución cosmopolita.
- Lagerhemia ciliata* / Lam. 7, fig. 102
(Lagerheim) Chodat
Especie planctónica de aguas estancadas. Distribución templada.
- Micractinium crassisetum* Hortobagyi / Lam. 7, fig. 103
Especie planctónica de aguas estancadas. Distribución conocida sólo de la Europa central.
- Micractinium pusillum* Fresenius / Lam. 7, fig. 104
Especie planctónica de aguas estancadas. Distribución cosmopolita.
- Oedogonium* sp. / Lam. 7, fig. 105
Material estéril. Las poblaciones de la Cantera son metafitas y abundantes entre otras algas filamentosas.

- Oocystis marssonii* Lemmermann / Lam. 7, fig. 106
Especie planctónica de aguas estancadas. Distribución cosmopolita.
- Oocystis* cfr. *tainoensis* Komárek / Lam. 8, fig. 107
Especie metafítica y perifítica en aguas eutróficas. Distribución tropical (sólo registrada en Cuba). Es necesario estudiar material vivo y en cultivo para confirmar la identidad del material de la Cantera.
- Pandorina morum* (O.F. Müller) Bory / Lam. 8, fig. 108
Especie planctónica de aguas estancadas. Distribución cosmopolita.
- Pediastrum boryanum* (Turpin) / Lam. 8, fig. 109
Meneghini var. *boryanum*
Especie metafítica y planctónica de aguas estancadas. Distribución cosmopolita.
- Pediastrum boryanum* var. / Lam. 8, fig. 110
longicorne Raciborski
Variedad metafítica y planctónica de aguas estancadas. Distribución templada con registros tropicales.
- Pediastrum simplex* Meyen / Lam. 8, fig. 111
Especie metafítica y planctónica de aguas estancadas. Distribución cosmopolita.
- Planktosphaeria gelatinosa* G.M. Smith / Lam. 8, fig. 112
Especie planctónica de aguas oligotróficas. Distribución templada con registros tropicales.
- Pteromonas aculeata* Lemmermann / Lam. 8, fig. 113
Especie planctónica de aguas estancadas y corrientes lentas ligeramente eutróficas. Distribución templada.
- Pteromonas golenkiniana* Pascher / Lam. 8, fig. 114
Especie planctónica de aguas estancadas. Distribución templada.
- Rhizoclonium hieroglyphicum* (Agardh) Kützing ampl. Stockmayer / Lam. 8, fig. 115

Especie béntica de aguas corrientes. Distribución cosmopolita.

Scenedesmus acuminatus / Lam. 8, fig. 116
(Lagerheim) Chodat

Especie planctónica de aguas estancadas, principalmente. Distribución cosmopolita.

Scenedesmus cfr. *similagineus* / Lam. 8, fig. 117
Hortobágyi

Especie planctónica de aguas estancadas. Distribución templada, sólo registrada en Hungría y Francia. Por la distribución registrada es necesario estudiar más las poblaciones de la Cantera para confirmar su identidad taxonómica.

Sphaerellopsis gloeosphaera Ettl / Lam. 8, fig. 118
(Pascher et Jahoda) H. et O.

Especie planctónica de cuerpos de agua estancados someros y oligotróficos. Distribución templada, en Europa central.

Spirogyra sp. / Lam. 9, fig. 119

Las poblaciones de la Cantera son metafíticas de aguas estancadas o de corriente muy lenta. Material estéril y se requiere observar las características de la reproducción sexual y de la cigospora para identificar plenamente el material.

Stichococcus cfr. *subtilis* / Lam. 9, fig. 120
(Kützing) Klecker

Células menores de 4 μm de diámetro y un largo de 4.5-6 μm . Especie aerofílica de aguas corrientes. Distribución templada. El material de la Cantera tiene dimensiones menores y proviene de aguas estancadas como parte del metafiton.

Stigeoclonium tenue (Agardh) Kützing / Lam. 9, fig. 121

Especie bentónica de aguas corrientes y estancadas. Distribución cosmopolita.

- Ulothrix tenerrima* Kützing / Lam. 9, fig. 122
Especie bentónica de aguas corrientes. Distribución cosmopolita.

Euglenophyta

- Euglena gracilis* Klebs / Lam. 9, fig. 123
Especie planctónica y metafítica de aguas corrientes y estancadas con un contenido alto de materia orgánica. Distribución amplia.

- Phacus longicauda* / Lam. 9, figs. 124,
(Ehrenberg) Dujardin 125
Especie planctónica y metafítica de aguas estancadas. Distribución amplia a cosmopolita.

- Phacus pseudoswirenkoi* Prescott / Lam. 9, fig. 126
Especie planctónica de aguas estancadas. Descrita para pantanos ácidos de Norteamérica.

- Phacus* sp. / Lam. 9, fig. 127
Los ejemplares de la Cantera son metafíticos. El conjunto de características difiere de lo descrito.

- Trachelomonas allia* Drezepolski / Lam. 9, figs. 128,
emend. Deflandre 129
Especie planctónica de aguas estancadas ácidas. Distribución amplia.

Xanthophyceae

- Tribonema* sp. / Lam. 9, fig. 130
El material de la Cantera vive en aguas estancadas, como perifiton. El conjunto de características difiere de lo descrito.

DISCUSIÓN

Considerando los valores de las condiciones físicas y químicas, podemos decir que, en general, la calidad del agua parece mantenerse dentro de los límites de la mesotrofia, sin embargo, la presencia de algunas algas indicadoras de cantidades importantes de materia orgánica podrían indicar un aporte externo de aguas no tratadas de origen urbano. Otra posibilidad, es una mezcla con las aguas residuales de las instalaciones vecinas del Club Universidad (cuerpos de agua no estudiados en este trabajo).

La flora de la Cantera Oriente presenta varios aspectos interesantes. En primer lugar, la riqueza de algas es muy alta comparada con otros lugares cercanos. En segundo lugar, la composición general, con un número importante de clorofitas, la distingue de otros cuerpos de agua. En tercer lugar, las afinidades ecológicas de las algas registradas aquí cubren un espectro muy amplio, desde algas afines a condiciones oligotróficas a las indicadoras de condiciones eutróficas. Están presentes algas con distribuciones mundiales pero muy restringidas en el tipo de ambiente donde proliferan (algunas sólo conocidas de su localidad tipo) y también algas muy ampliamente distribuidas y con una capacidad de sobrevivencia en ambientes muy inestables. El conjunto es difícil de interpretar pues la mayoría de las Cyanoprokaryotas (12) son especies cuya afinidad taxonómica no hemos podido establecer claramente; de las diatomeas sólo 4 especies del total no fueron determinadas definitivamente y el resto son en su mayoría de distribución amplia y con afinidad a algún tipo de movimiento de agua y no tanto a condiciones fisicoquímicas precisas. De las clorofitas quedaron sin identificar 7 taxones, la mayoría por falta de material con estructuras reproductoras o porque la revisión fue hecha con material preservado y la determinación requiere de material vivo. Con un 79 % de especies presentes identificadas podría caracterizarse, en otras condiciones, al ambiente, pero en el caso de la Cantera todavía no podemos obtener resultados conclusivos al respecto. Puesto

que muchas especies son nuevos registros para México, la certeza de la afinidad taxonómica está condicionada a estudios más amplios y a un mayor periodo. Por ejemplo, *Phacus pseudowirenkoi*, descrito para pantanos de turberas de Norteamérica, podría ser característico de ambientes ácidos con un contenido relativamente alto de materia orgánica. Al mismo tiempo encontramos *Sphaerellopsis gloeosphaera*, hasta ahora presente sólo en condiciones oligotróficas europeas. Con respecto a las diatomeas muy pocas son características de condiciones ambientales precisas. Por ejemplo, *Achnantheidium chlidanos* presente en aguas oligotróficas con baja conductividad, ácidas a circumneutras en Europa y presente también en condiciones oligo a mesotróficas y circumneutras a básicas de pantanos kársicos de Quintana Roo. En el caso de las clorofitas hay más novedades taxonómicas que especies indicadoras, por ejemplo, las flageladas verdes son notables por su abundancia y riqueza y aunque muchos ejemplares (más de 4 formas de Chlamydomonadaceae, por ejemplo) no fueron incluidos en esta primera aproximación y los que se registran bajo un nombre específico son notables, pues no sólo son los primeros registros de estas especies para México, sino, en algunos casos, también para el Continente americano.

En resumen, a pesar de la riqueza específica no podemos todavía caracterizar al conjunto de los cuerpos de agua de la Cantera, será necesario, particularizar cada uno de ellos con su flora y construir entonces las relaciones ecológicas entre esos cuerpos de agua.

Cabe destacar que en este trabajo fue notable la participación de los estudiantes, tanto por su entusiasmo en el registro de especies (muchas de las cuales no se incluyeron aquí), distribución e incluso cuantificación de fitoplancton. Durante estos últimos semestres participaron dos grupos de la materia Ficología y uno de Biología de Protistas y Algas. Los resultados de las investigaciones estudiantiles también están disponibles a quien lo solicite a los autores del presente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy especialmente al Dr. Antonio Lot por su apoyo, entusiasmo y facilidades ofrecidas en la realización de este trabajo. Al Biól. Francisco Martínez, por las facilidades ofrecidas para las recolecciones. A Gloria Segarra por su participación entusiasta en la revisión y fotografía de diatomeas. También a los estudiantes de los grupos de Ficología y Biología de Protistas y Algas (Semestres 2006-1, 2006-2, 2007-1) que participaron en la recolección y revisión de muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- González-González, J. y Novelo, E. 1986. Algas. En: Lot, A. y Chiang, F. (eds.), *Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de Flora de México, A.C. México, pp. 47-54.
- Hach Company. 1997. DR 2010 *Spectrophotometer. Procedures Manual*. Hach Company. Loveland.
- Hoek, C.van den, Mann, D.G. y Jahns, H.M. 1995. *Algae. An introduction to Phycology*. Trans. by D. G. Mann. Cambridge University Press, Cambridge.
- Index Nominum Algarum (INA 2004), University Herbarium, University of California, Berkeley. Compiled by Paul C. Silva. Accesible en línea en : <http://ucjeps.berkeley.edu/INA.html> (último acceso: julio 2007).
- Komárek, J. 2003. Coccoid and colonial Cyanobacteria. En: Wehr, J.D. y Sheath, R.G. (eds.), *Freshwater algae of North America. Ecology and classification*. Academic Press, San Diego, pp. 59-116.

- Komárek, J., Kling, H. y Komárková, J. 2003. Filamentous Cyanobacteria. En: Wehr, J. D. y Sheath, R. G. (eds.), *Freshwater algae of North America. Ecology and classification*. Academic Press, San Diego, pp. 117-196.
- Novelo, E., Tavera, R. y Ibarra, C. 2007. *Bacillariophyceae from karstic wetlands in Mexico*. Bibliotheca Diatomológica 54. J. Cramer, Berlín - Stuttgart.
- Tavera, R., Novelo, E. y Comas, A. 2000. Chlorococcalean algae (s.l.) from the Ecological Park of Xochimilco, Mexico. *Arch. Hydrobiol. suppl. / Algal. Stud.* 100: 65-94.

Tabla 1. Características físicas y químicas de los cuerpos de agua de la Cantera Oriente. Valores mínimos y máximos de los datos obtenidos en los meses octubre de 2006 a julio de 2007.

Zonas de colecta	Temp. °C	pH	Nitratos mg L ⁻¹ (NO ₃)	Nitritos mg L ⁻¹ (NO ₂)	Fósforo total mg L ⁻¹	Amonio	Sílice (SiO ₂) mg L ⁻¹	Dureza Mg — CaCO ₃ ppm	Dureza Ca — CaCO ₃ ppm
Zona 1	9.8-	8.1	2.4	0.041	2.02	-	25.5	1.20	0.12
	16.1	9.5	5.9	0.050	2.70		37.5	2.29	0.67
Zona 2	15.5	7.8	3.9	0.004	2.00	0.05	10.2	0.47	0.00
	16.9	9.0	9.2	0.052	2.30	0.16	43.0	2.35	0.24
Zona 3	10	7.7	4.9	0.006	2.00	-	36.5	1.60	0.03
		9.0	6.2	0.099	2.10		40.1	2.68	0.49
Zona 4	10.9	7.7	4.5	0.003	2.00	-	36.9	1.1	0.02
		9.5	6.7	0.093	2.90		39.7	3.10	0.07
Zona 5	14.6	7.6	1.9	0.014	1.77	0.06	22.5	0.6	0.00
	20.0	8.4	5.9	0.115	2.10	0.33	38.8	1.9	0.64
Zona 6	18.7	7.3	7.6	0.022	1.77	-	34.6	1.32	0.64
Zona 7	18.2	7.5	2.6	0.050	1.71	0.24	12.6	0.57	0.00
	21.1	8.1	3.0	0.073	2.06	0.69	35.2	2.46	0.06
Zona 9	19.1	8.7	3.6	0.013	1.43	0.05	21.0	0.21	0.00
	27.7	9.1	4.9	0.040	1.80	0.18	39.9	1.30	0.01
Zona 10	18.2	8.4	2.4	0.034	1.45	0.08	13.4	0.08	0.00
	21.0	9.0	4.8	0.068	2.00	0.18	37.3	1.64	0.03



Figura 1. Localización de los sitios permanentes de recolección de algas.

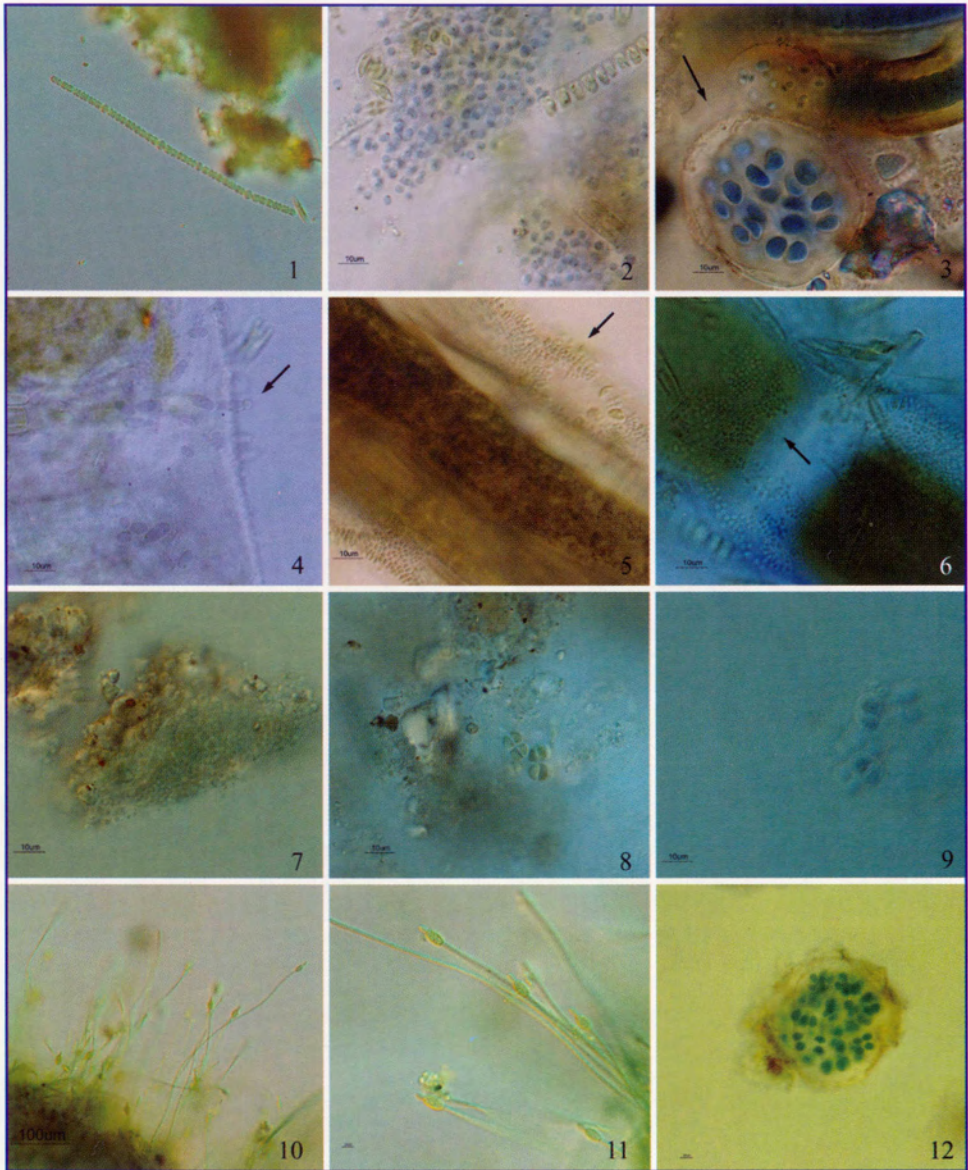


Lámina 1. Cyanopokaryota. 1) *Anabaena* sp. 2) *Aphanocapsa* sp.
 3) *Asterocapsa* sp. 4,5) *Chamaesiphon incrunstans*. 6) *Chamaesiphon* sp.
 7) *Chlorogloea* sp. 8) *Chroococcus minutus*. 9) *Ch. obliteratus*.
 10, 11) *Cylindrospermum majus*, vista general y acercamiento a los acinetos.
 12) *Gloeocapsa* sp.

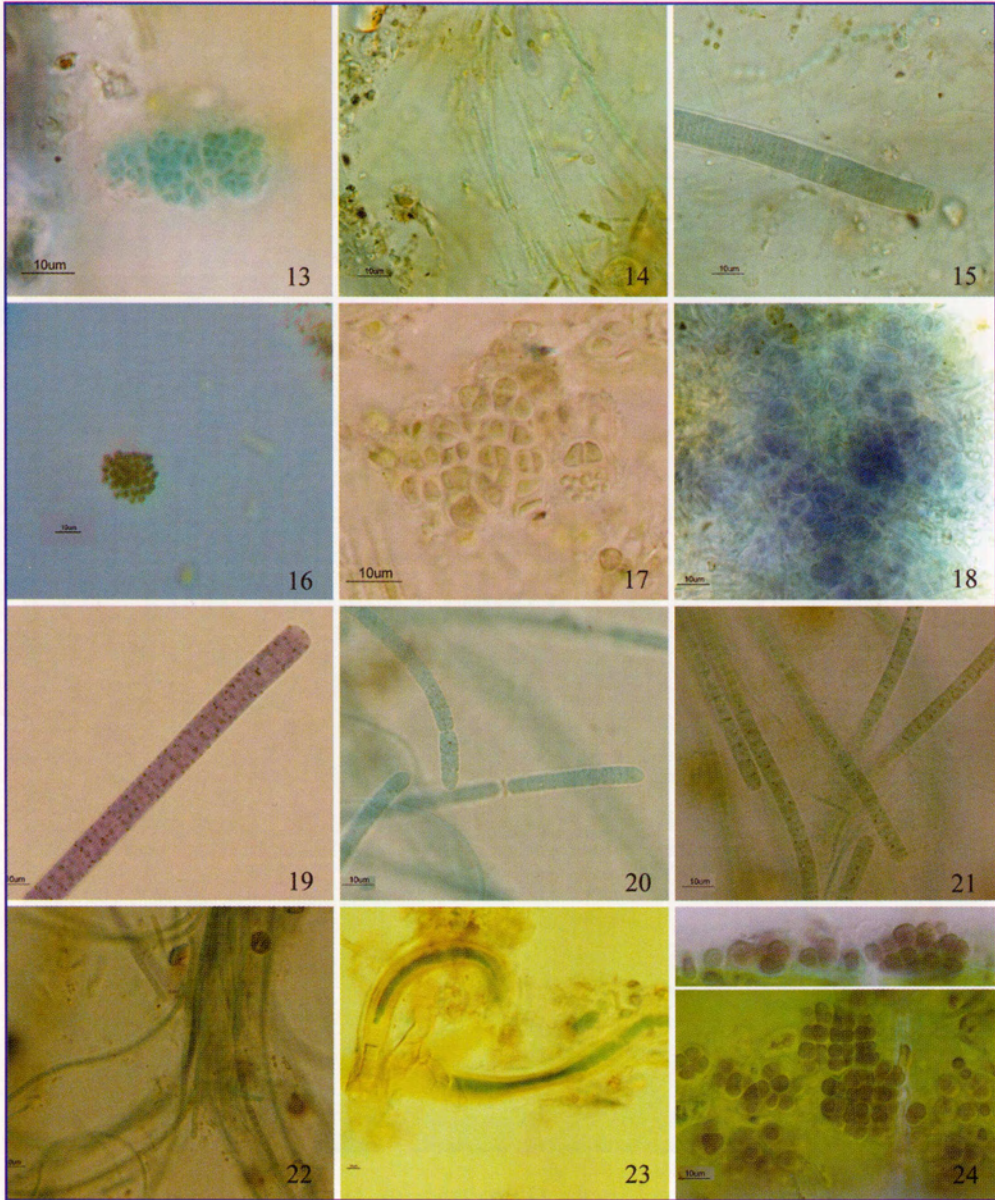


Lámina 2. 13) *Gloeocapsopsis* cf. *cyanea*. 14) *Jaaginema subtilissimum*.
 15) *Lyngbya martensiana*. 16) *Microcystis novacekii*. 17) *Myxosarcina* sp. 1.
 18) *Myxosarcina* sp. 2. 19) *Oscillatoria tenuis*. 20) *Phormidium aerugineo-coeruleum*.
 21) *Phormidium taylorii*. 22) *Schizothrix* sp. Detalle del ápice. 23) *Scytonema* sp.
 24) *Xenococcus* crf. *willei*, arriba vista lateral, abajo vista superficial.

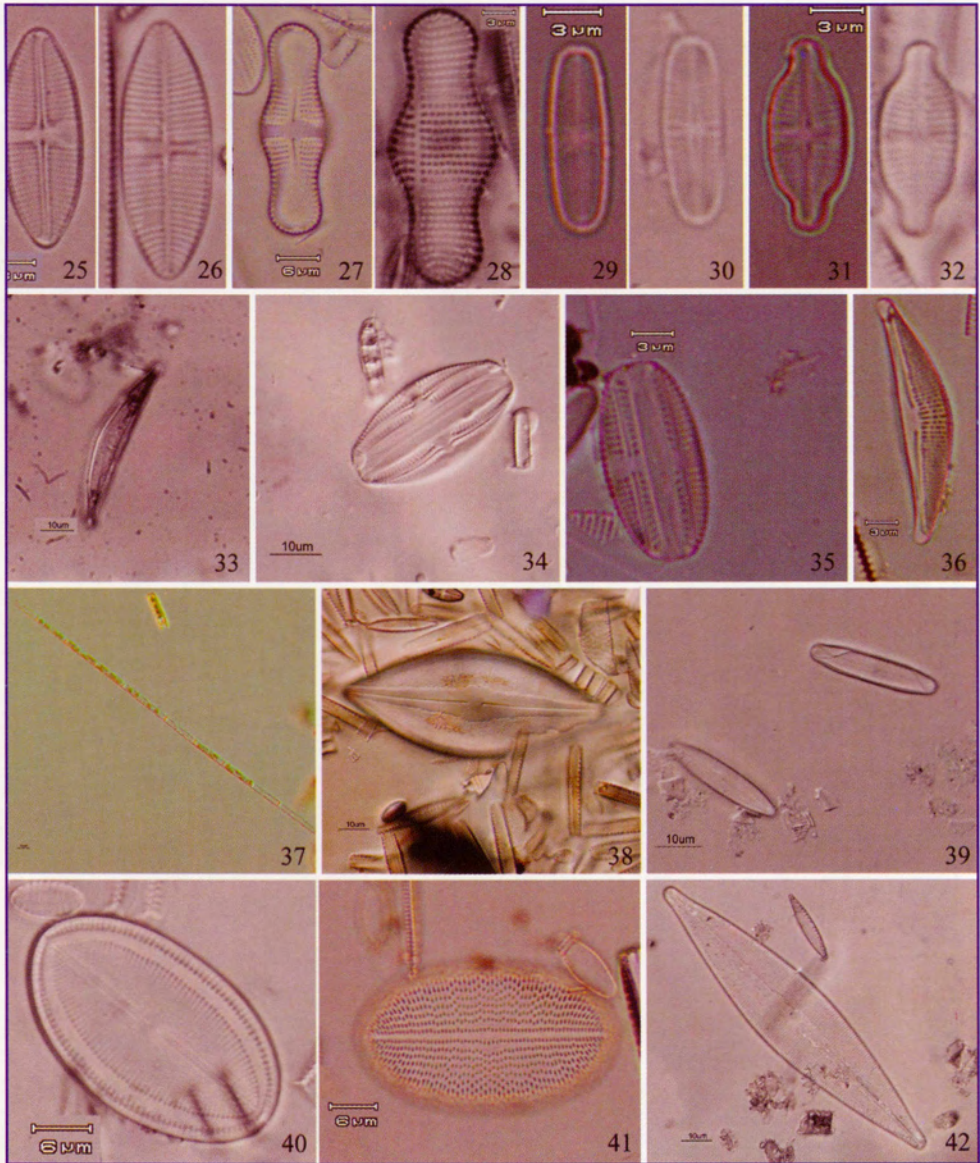


Lámina 3. Bacillariophyceae. **25, 26** *Achnanthes hungarica*, 25 valva con rafe (VR), 26 valva sin rafe (VSR). **27, 28** *A. inflata*, 27 VR, 28 VSR. **29,30** *Achnantheidium chlidanos*, 29 VSR, 30 VR. **31, 32** *A. exiguum*, 31 VR, 32 VSR. **33**) *Amphora coffeaeformis*. **34)** *A. copulata*, vista cingular ventral. **35)** *A. perpusilla*, vista cingular ventral. **36)** *Amphora veneta*. **37)** *Aulacoseira granulata* **38)** *Caloneis aphisaena* fo. *subsalina*. **39)** *C. bacillum*. **40, 41)** *Cocconeis placentula* var. *lineata*, 40 VR, 41 VSR. **42)** *Craticula cuspidata*.

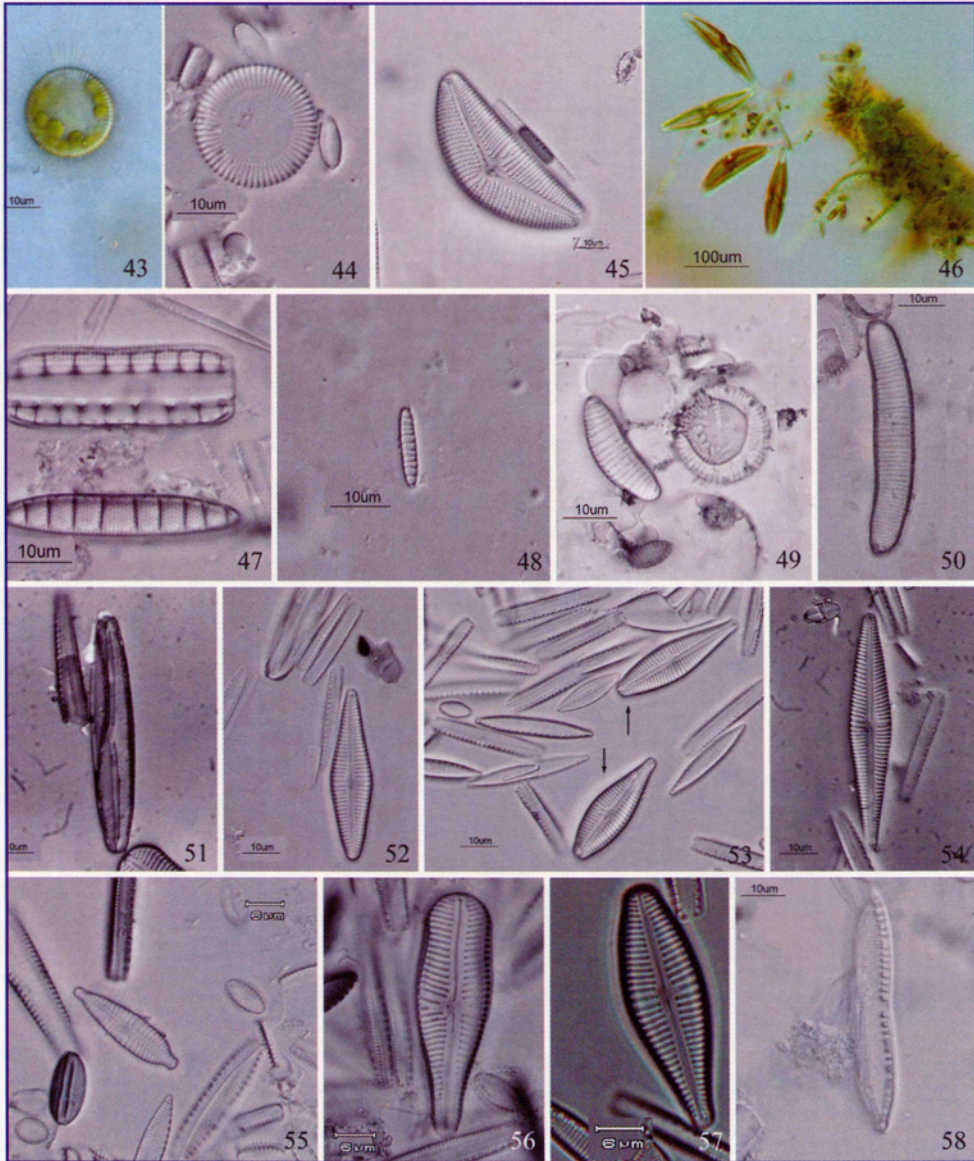


Lámina 4. Bacillariophyceae. **43, 44)** *Cyclotella meneghiniana*, 43 ejemplar con cloroplastos. **45, 46)** *Cymbella mexicana*, 46 ejemplares epífitos sobre *Cladophora glomerata*. **47)** *Denticula kuetzingii*, arriba vista cingular, abajo vista valvar. **48)** *Diatoma moniliformis*. **49)** *Eunotia* aff. *sudetica*. **50)** *Eunotia* sp. **51)** *Frustulia vulgaris*. **52)** *Gomphonema* affine. **53)** *Gomphonema clavatum*. **54)** *Gomphonema gracile*. **55)** *Gomphonema parvulum*. **56)** *Gomphonema truncatum*. **57)** *Gomphonema* sp. **58)** *Hantzschia amphioxys*.

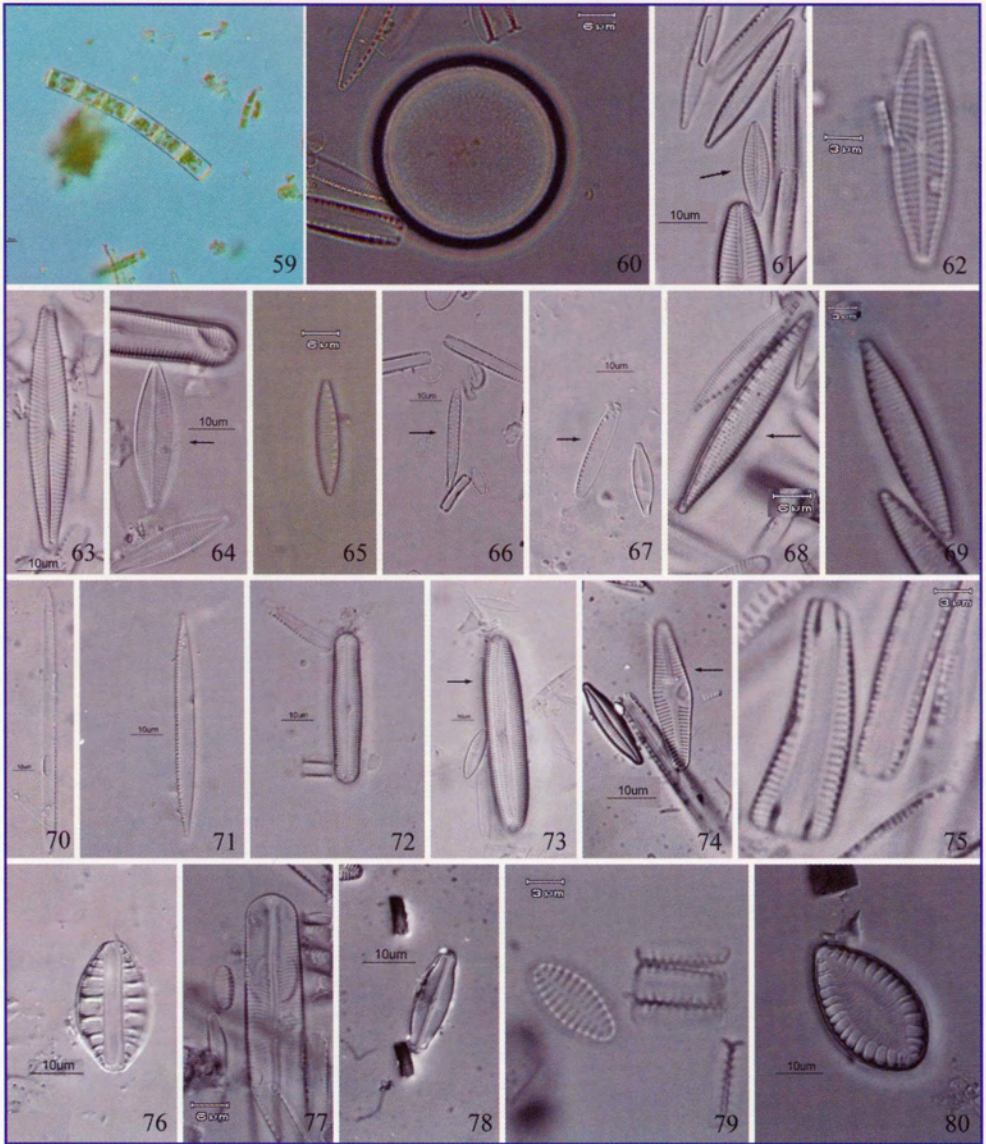


Lámina 5. Bacillariophyceae. **59, 60)** *Melosira varians*, 59 vista cingular, 60 vista valvar. **61)** *Navicula cryptocephala*. **62)** *Navicula cryptotenella*. **63)** *Navicula radiosa*. **64)** *Navicula trivialis*. **65)** *Nitzschia amphibia*. **66)** *Nitzschia clausii*. **67)** *Nitzschia communis*. **68)** *Nitzschia dissipata*. **69)** *Nitzschia frustulum*. **70)** *Nitzschia linearis*. **71)** *Nitzschia palea*. **72)** *Pinnularia acrosphaeria*. **73)** *Pinnularia tropica*. **74)** *Planothidium lanceolatum*. **75)** *Rhoicosphenia abbreviata*. **76)** *Rhopalodia gibberula*, vista cingular. **77)** *Sellaphora laevissima*. **78)** *Sellaphora pupula*. **79)** *Staurosira construens* var. *venter*. **80)** *Surirella brebissonii*.

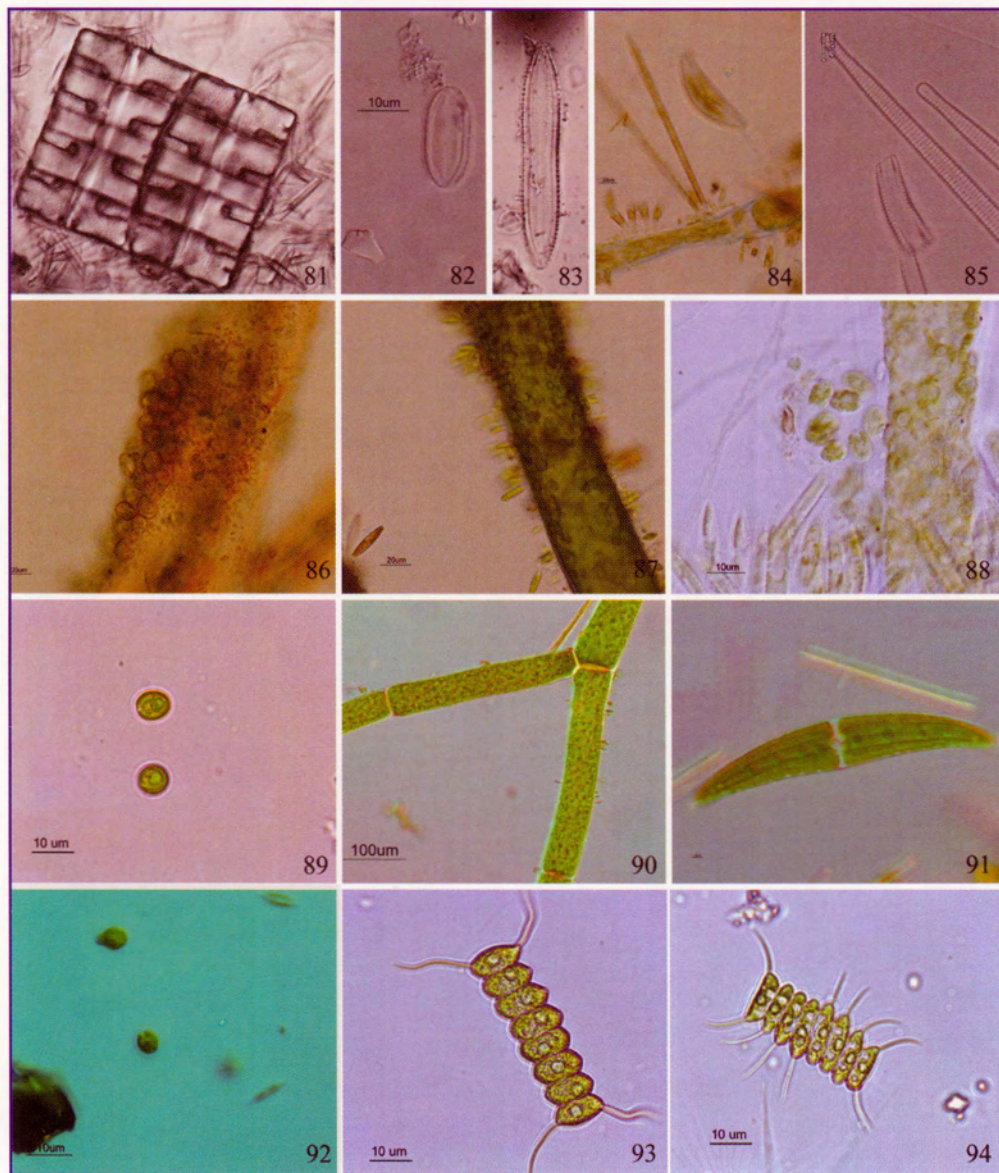


Lámina 6. Bacillariophyceae y Chlorophyta. **81)** *Terpsinoe musica*. **82)** *Tryblionella debilis*. **83)** *Tryblionella hungarica*. **84, 85)** *Ulnaria ulna*, 84 epífita sobre *Cladophora glomerata*. **86)** *Chaetospheridium globosum*. **87)** *Characium ensiforme*. **88, 89)** *Chlamydomonas* spp., **88)** estado *Palmella*. **90)** *Cladophora glomerata*. **91)** *Closterium pseudolunula*. **92)** *Coccothraux* cfr. *orbicularis*. **93), 94)** *Desmodesmus maximus*.

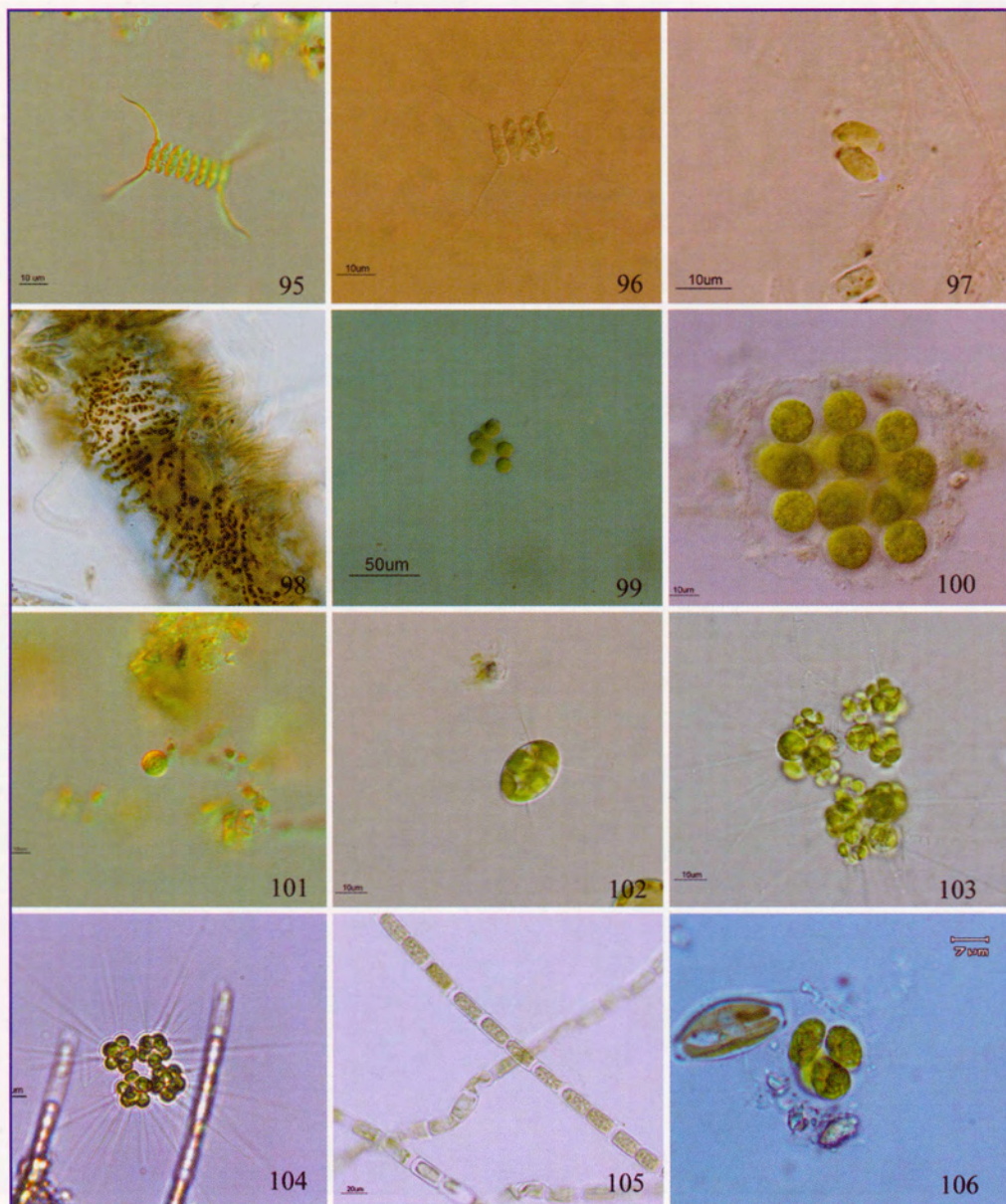


Lámina 7. Chlorophyta. **95), 96)** *Desmodesmus opoliensis*. **97)** *Didimocystis planctonica*. **98)** *Entocladia* cfr. *endophytica*. **99)** *Eudorina elegans*. **100)** *Eutetramorus fottii*. **101)** *Golenkinia radiata*. **102)** *Lagerhemia ciliata*. **103)** *Micractinium crassisetum*. **104)** *Micractinium pusillum*. **105)** *Oedogonium* sp. **106)** *Oocystis marssonii*.

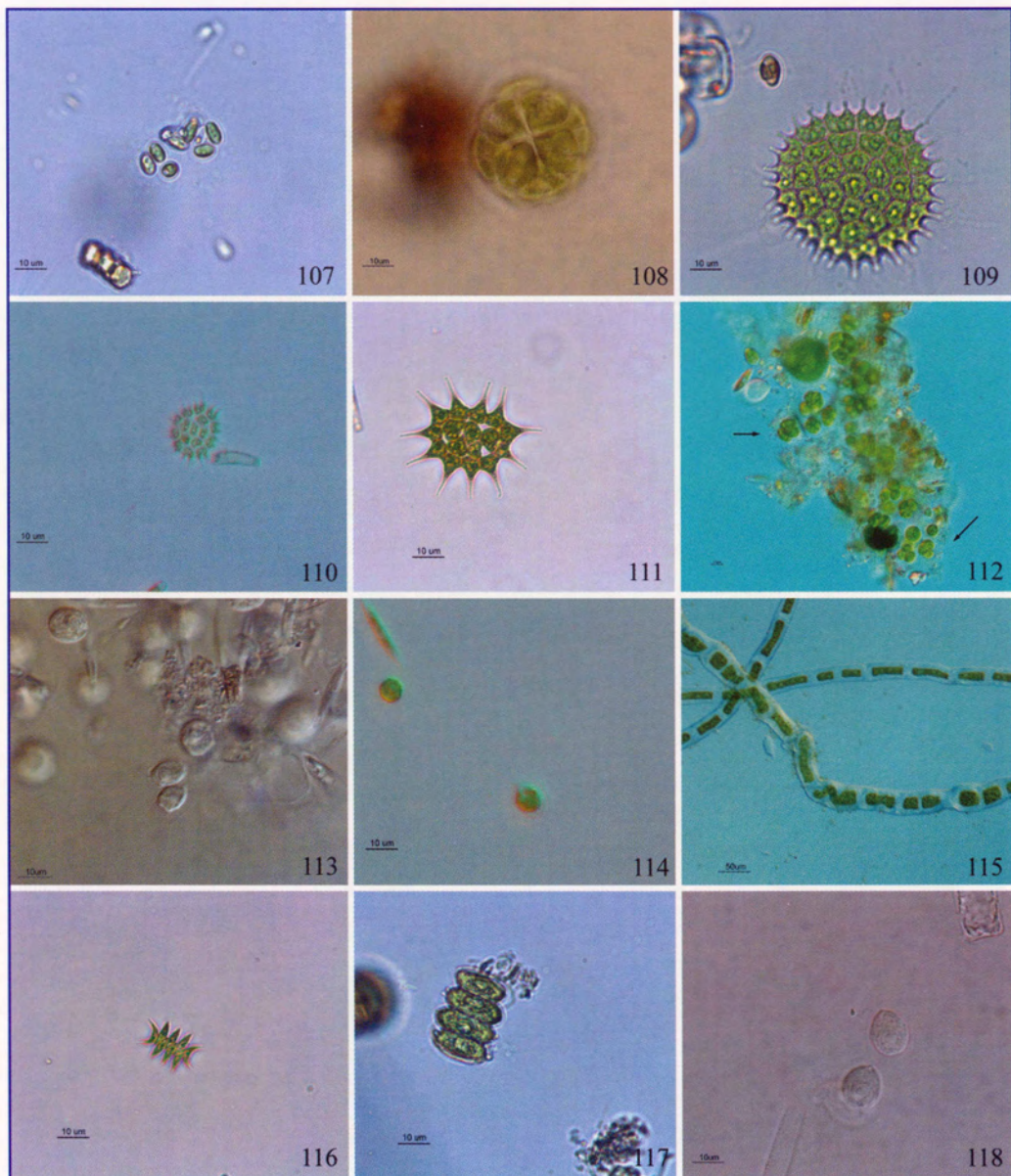


Lámina 8. Chlorophyta. **107)** *Oocystis* cfr. *tainoensis*. **108)** *Pandorina morum*. **109)** *Pediastrum boryanum* var. *boryanum*. **110)** *Pediastrum boryanum* var. *longicorne*. **111)** *Pediastrum simplex*. **112)** *Planktosphaeria gelatinosa*. **113)** *Pteromonas aculeata*. **114)** *Pteromonas golenkiniana*. **115)** *Rhizoclonium hieroglyphicum*. **116)** *Scenedesmus acuminatus*. **117)** *Scenedesmus* cfr. *similagineus*. **118)** *Sphaerellopsis gloeosphaera*.

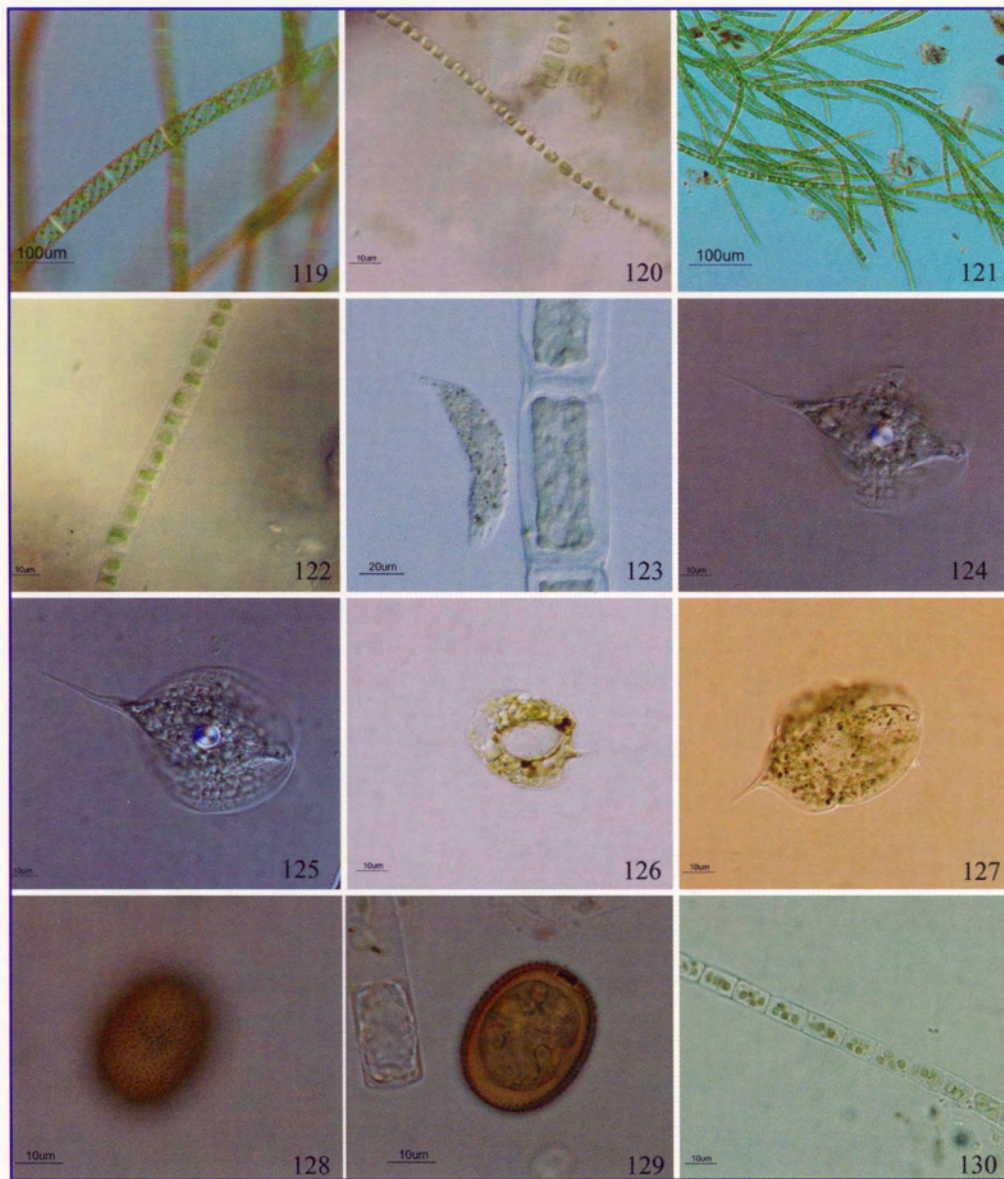


Lámina 9. Chlorophyta, Euglenophyta y Xanthophyceae. **119)** *Spirogyra* sp. **120)** *Stichococcus* cfr. *subtilis*. **121)** *Stigeoclonium tenue*. **122)** *Ulothrix tenerrima*. **123)** *Euglena gracilis* **124, 125)** *Phacus longicauda*. **126)** *Phacus pseudoswirenkoi*. **127)** *Phacus* sp. **128, 129)** *Trachelomonas allia*, 128 enfoque superficial, 129 corte óptico. **130)** *Tribonema* sp.