

Las microalgas de la Cantera Oriente

Eberto Novelo, Ma. Edith Ponce y Rocío Ramírez

Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México
enm@hp.fciencias.unam.mx

Introducción

La Cantera Oriente es parte de la zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. La influencia que recibe de las zonas aledañas tiene componentes variados y difíciles de evaluar por la diversidad de microambientes presentes en ella. En particular, los cuerpos de agua de la Cantera Oriente tienen influencias externas relacionadas con el origen del agua, la mezcla con el vaso regulador de la zona deportiva y las filtraciones. Además, los organismos esporádicos y visitantes (tanto animales como vegetales) modifican y contribuyen en el cambio constante de las comunidades algales de esos cuerpos de agua. Los cambios en los niveles de nutrimentos del agua y su distribución temporal y espacial hacen que la Cantera Oriente posea una composición algal siempre dinámica.

A la importancia ecológica de la Cantera Oriente como parte de la Reserva del Pedregal habrá que añadirle un valor de importancia por los organismos acuáticos, en especial las algas ahí presentes. La composición específica de las algas de la Cantera Oriente corresponde en su mayoría a organismos ampliamente distribuidos geográficamente y ambientalmente, pero existe un número de especies cuya distribución conocida es muy restringida o muy poco documentada y su presencia podría ayudarnos a explicarnos mucho de la biología de los organismos acuáticos del lugar.

Un elemento más es la proporción de algas cuya presencia es esporádica o con poblaciones muy reducidas

y que evidentemente son parte de una situación fluctuante y de la que no sabemos qué tan estresante es para las algas. Y finalmente, otro elemento, es el número de algas que no presentan las características de las especies conocidas hasta ahora. Visto en conjunto, la situación en la composición de algas refleja mucho de los problemas presentes en la conservación de las comunidades terrestres de plantas y animales con el añadido de su condición microscópica y nuestro desconocimiento sobre los procesos biológicos en los que se insertan (reproducción, cadenas tróficas, antagonismos, etc.)

En la Cantera Oriente existen organismos cuya frecuencia es extremadamente baja y cuya evaluación de su estado de conservación vale la pena fundamentarla a partir de un estudio sostenido. El conocimiento que se tiene de las algas dulceacuícolas en México todavía no nos permite asignar un valor al estado de conservación, grado de amenaza o incluso registro de extinción de las especies. Las listas rojas de algas continentales ya disponibles en otros países muestran especies que aquí son abundantes y frecuentes en algunas regiones de nuestro país (por ejemplo, *Pteromonas aculeata*, es una especie muy raramente registrada en las floras de casi todo el mundo y en el vaso regulador de la Cantera Oriente, hemos encontrado poblaciones muy abundantes durante el inicio de la primavera).

El presente trabajo se desarrolló desde agosto de 2006 en diversos ambientes acuáticos de la Cantera Oriente (Mapa) y está documentado en el estudio sobre algas



Mapa. Zona de Amortiguamiento A₃ Cantera Oriente. La línea azul marca el perímetro de la Reserva en protección.

publicado en la Guía ilustrada de la Cantera Oriente: caracterización ambiental e inventario biológico, por lo que, este último debe ser considerado no sólo como un antecedente directo, sino como el documento que explica la metodología empleada en la recolección y preparación del material algal, el registro de factores ambientales y las diversas técnicas utilizadas en la observación e identificación de las microalgas (Novelo, *et al.*, 2007).

Resultados

En un recuento inicial (Novelo *et al.*, 2007) anotamos y documentamos fotográficamente 114 taxones de algas. Varias de ellas sin posibilidad de asignar un nombre específico por la condición estéril o porque no han sido descritas previamente. A esa lista inicial, añadimos ahora 24 nombres nuevos, producto de la revisión del material recolectado durante las visitas a la Cantera Oriente con los alumnos de los cursos de Biología de Protistas y Algas y Ficología de los semestres 2008-1 y 2008-2. En el recuento actual anotamos datos de distribución y ecología para fundamentar la importancia relativa de

cada especie y sólo en los casos que se ha avanzado en la identificación de algunas algas previamente mencionadas; con un asterisco (*) se resaltan las especies que no han sido descritas previamente (quizá se trate de especies nuevas para la ciencia) y con una cruz simple (†) marcamos los nuevos registros para la Cantera Oriente. También marcamos con una cruz doble (‡) los taxones que por su distribución o falta de información es necesario estudiar con fines de conservación. La descripción de las especies y su distribución en las muestras, materiales gráficos, preparaciones permanentes y algunas cepas, están disponibles a quien lo solicite al primer autor de este trabajo.

Cyanoprokaryota

- † *Anabaena* cfr. *planctonica* Brunthaler
Una especie de distribución amplia. La afinidad debe confirmarse con las características de los acinetos, no encontrados en el material recolectado.
- * *Aphanocapsa* sp.
- * *Asterocapsa* sp.
- * *Chamaesiphon incrustans* Grunow
- * *Chamaesiphon* sp.

- * *Chlorogloea* sp.
- Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli
- ‡ *Chroococcus obliteratus* Richter
- Cylindrospermum majus* Kützing
- * *Gloeocapsa* sp.
- ‡ *Gloeocapsopsis* cfr. *cyanea* (Krieger) Komárek et Anagnostidis
- † *Jaaginema geminatum* (Meneghini ex Gomont) Anagnostidis et Komárek

Una especie tropical con registros en las zonas templadas (como su sinónimo *Oscillatoria geminata* Meneghini ex Gomont) principalmente en aguas corrientes y en general con temperaturas relativamente altas (Figura 1).



FIG. 1. *Jaaginema geminatum*.

- Jaaginema subtilissimum* (Kützing ex De Toni) Anagnostidis et Komárek
- Lyngbya martensiana* Meneghini ex Gomont
- Microcystis novacekii* (Lemmermann) Ralfs
- * *Myxosarcina* sp. 1
- * *Myxosarcina* sp. 2
- † *Nostoc microscopicum* Carmichael

Una especie de distribución amplia y siempre en ambientes subaéreos, aunque registrado en una gran variedad de biomas. En la Cantera Oriente se encuentra en las zonas

litorales y en suelos húmedos por la lluvia o los sistemas de riego. (Figura 2).

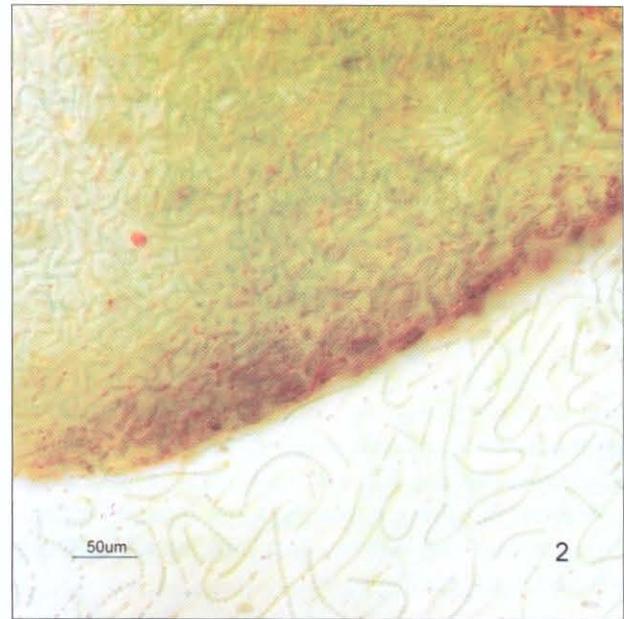


FIG. 2. *Nostoc microscopicum*.

- Oscillatoria tenuis* Agardh ex Gomont
- Phormidium aerugineo-coeruleum* (Gomont) Anagnostidis et Komárek
- † ‡ *Phormidium kuetzingianum* (Kirchner) Anagnostidis et Komárek

Una especie subaérea y litoral de las zonas templadas. En la Cantera Oriente crece como metafítica de los crecimientos litorales de los lagos. Este es el primer registro para México.

- Phormidium taylorii* (Drouet et Strickland) Anagnostidis
- * *Schizothrix* sp.
- Scytonema schmidtii* Gomont
- Una especie subaérea de distribución amplia.
- Xenococcus* cfr. *willei* Gardner

Chlorophyta

- † *Actinastrum hantschii* Lagerheim

Una especie cosmopolita que florece en lagos, presas, ríos y charcos; en aguas eutróficas y mesosapróbicas;

generalmente como planctónica y metafítica. Previamente registrada en México en la Meseta Central (Margain, 1981; Tavera *et al.*, 2000). Los registros previos de esta especie en las zonas tropicales americanas corresponden a la variedad *subtile* Woloszynska (Komárek, 1983, Comas, 1996). En todos los casos, con poblaciones no abundantes ni frecuentes.

- Chaetospheridium globosum* (Nordstedt) Klebahn
- Characium ensiforme* Hermann
- † ‡ *Chlamydocapsa planctonica* (W. et G.S. West) Fott

Una especie con registros muy diversos y discutibles, en especial como su sinónimo *Gloeocystis gigas* (Kützinger) Lagerheim. Para Ettl y Gärtner (1988) es una especie válida con distribución templada y en lagos eutróficos. En la Cantera Oriente se presenta como metafiton litoral del lago regulador (Figura 3).

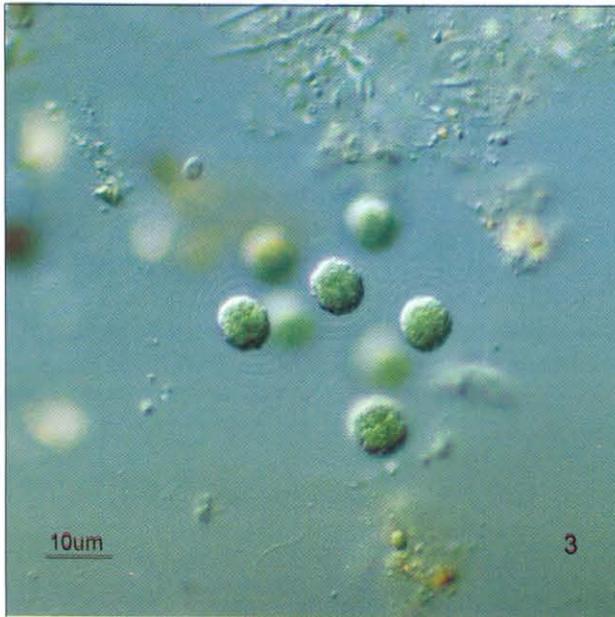


FIG. 3. *Chlamydocapsa planctonica*.

- Chlamydomonas* spp. (al menos cuatro formas distintas).
- * † *Chlorococcum* sp.

Una especie presente en el metafiton litoral de los lagos de la Cantera. La identificación de las especies

de este género requiere de condiciones y tratamientos de cultivo especiales. La gran mayoría de las especies descritas han sido obtenidas de cultivos de suelo. Nuestro material no tiene ninguna de las características de las especies acuáticas.

- Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützinger
- Closterium pseudolunula* Borge
- ‡ *Coccomonas* cfr. *orbicularis* Stein
- † *Coelastrum microporum* Nägeli in A. Braun

Una especie cosmopolita con un espectro ecológico muy amplio. En México ha sido encontrada en aguas dulces a salobres, neutras a alcalinas (Figura 4).

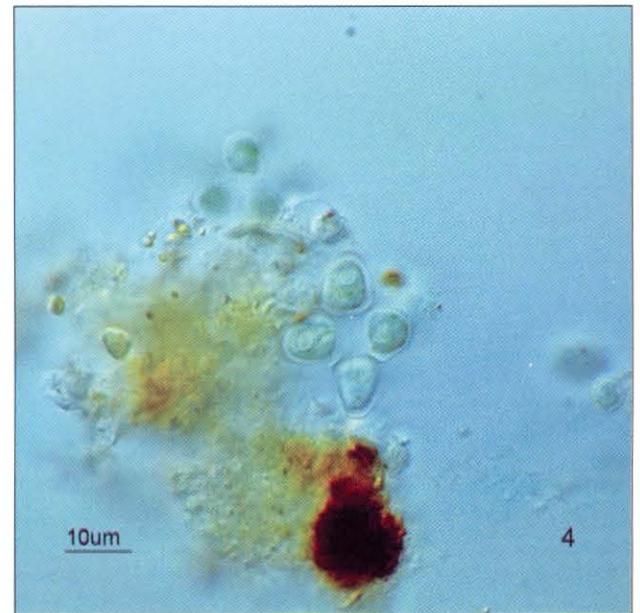


FIG. 4. *Coelastrum pseudomicroporum*.

- † ‡ *Coelastrum pseudomicroporum* Korshikov

Una especie distribución templada en aguas eutróficas con algunos registros en zonas tropicales. En México sólo se ha encontrado en charcos de la planicie veracruzana (Comas *et al.*, 2007)

- † ‡ *Cosmarium pseudopyramidatum* Lundell in Nordstedt

Una especie de distribución principalmente templada en aguas ácidas de pantanos de turberas y como metafiton

en lagos oligotróficos, pero con varios registros en zonas tropicales. En México, sólo existe un registro (Tavera y González, 1990) en condiciones subaéreas.

† *Desmodesmus abundans* (Kirchner) Hegewald

Una especie cosmopolita, presente en aguas eutróficas, limnófila. Los registros previos para México son bajo su sinónimo (*Scenedesmus abundans* Kirchner).

† *Desmodesmus communis* (Hegewald) Hegewald

Una especie con una distribución controvertida. Originalmente *Scenedesmus communis* Hegewald, incluyó muchos de los organismos identificados bajo el nombre dudoso *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson y otros con morfología muy similar. Posteriormente, todo el complejo fue trasladado a *Desmodesmus* junto con taxones que para otros autores son especies válidas. En esta situación, la distribución potencial de *D. communis* es tan amplia que puede estar prácticamente en todos lados y en todas las condiciones ambientales. *D. communis* (*stricto sensu*) ha sido registrada principalmente en zonas templadas y muy raramente en el trópico.

Desmodesmus maximus (W. et G.S. West)
Hegewald

Desmodesmus opoliensis (Richter) Hegewald

† *Desmodesmus westii* (G.M. Smith) Chodat

Una de las especies incluidas por Hegewald (2000) bajo el epíteto *D. maximus*. Sin embargo, en las condiciones en las que se desarrolla (metafiton en aguas eutróficas) las características morfológicas son constantes y a la vez muy diferentes de las de *D. maximus*. Su distribución incluye registros en México, Cuba y cuerpos de agua en Europa central durante la época de verano.

† *Dictyosphaerium pulchellum* H.C. Wood

Una especie cosmopolita de espectro ecológico muy amplio pero más abundante en aguas eutróficas. En la Cantera Oriente no es abundante ni frecuente, presente sólo en el metafiton de los cuerpos de agua más grandes (Figura 5).

Didimocystis planctonica Korshikov

‡ *Entocladia* cfr. *endophytica* (Möbius) D.M. John
Eudorina elegans Ehrenberg
† ‡ *Eudorina unicocca* G.M. Smith

Según Ettl (1983) es una especie conocida principalmente de Norte a Centroamérica, con algunos registros en Europa. Sin embargo es el primer registro de esta especie en México. Se distingue de *E. elegans* por poseer sólo un pirenoide por célula. Es de notar que esta última especie tiene una distribución cosmopolita.

‡ *Eutetramorus fottii* (Hindák) Komárek
Golenkinia radiata Chodat
‡ *Lagerhemia ciliata* (Lagerheim) Chodat
Micractinium crassisetum Hortobagyi
Micractinium pusillum Fresenius
Oedogonium sp.
Oocystis marssonii Lemmermann
‡ *Oocystis* cfr. *tainoensis* Komárek
Pandorina morum (O.F. Müller) Bory
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini var. *boryanum*
Pediastrum boryanum var. *longicorne* Raciborski
Pediastrum simplex Meyen
‡ *Planktosphaeria gelatinosa* G.M. Smith

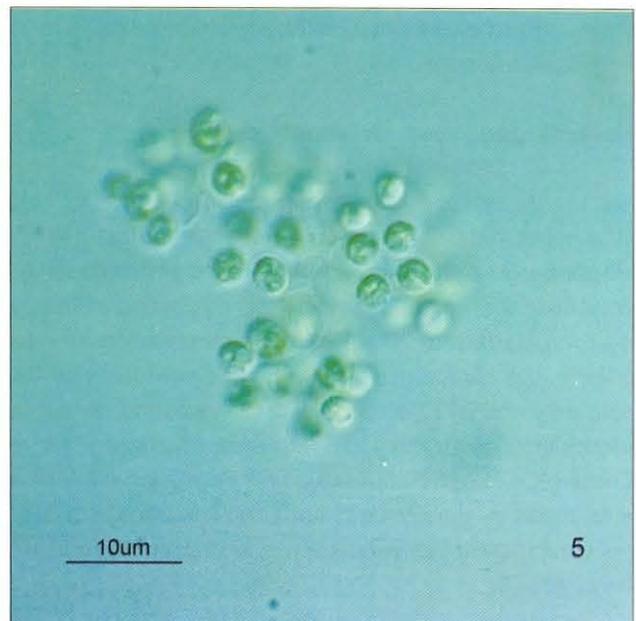


FIG. 5. *Dictyosphaerium pulchellum*.

Una especie de distribución templada con algunos registros tropicales. La presencia de múltiples cloroplastos piramidales y una vaina amplia en la autosporulación son las características distintivas de esta especie. Sin embargo también la comparten con las especies de *Follicularia* Miller. *P. gelatinosa* es típicamente planctónica, mientras que las especies de *Follicularia* ha sido obtenidas de cultivos de suelo. En la Cantera Oriente fue encontrada como plancton de los lagos.

- ‡ *Pteromonas aculeata* Lemmermann
- ‡ *Pteromonas golenkiniana* Pascher
- Rhizoclonium hieroglyphicum* (Agardh)
Kützing ampl. Stockmayer
- Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat
- ‡ *Scenedesmus* cfr. *similagineus* Hortobágyi
- ‡ *Sphaerellopsis gloeosphaera* (Pascher et Jahoda)
H. et O. Ettl
- Spirogyra* sp.
- Stichococcus* cfr. *subtilis* (Kützing) Klecker
- Stigeoclonium tenue* (Agardh) Kützing
- Ulothrix tenerrima* Kützing

Euglenophyta

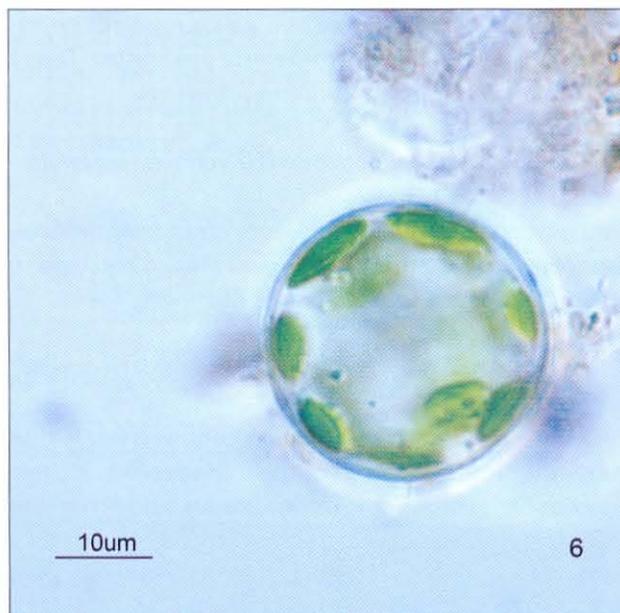
- Euglena gracilis* Klebs
- Phacus longicauda* (Ehrenberg) Dujardin
- ‡ *Phacus pseudoswirenkoi* Prescott
- * *Phacus* sp.
- Trachelomonas allia* Drezepolski emend.
Deflandre

Heterokontophyta, Xanthophyceae

- † ‡ *Botrydiopsis* cfr. *arhiza* Borzi

Una especie de distribución amplia, según Ettl (1978), sin embargo muy poco referida en las floras de algas continentales. En México existe un registro para el Lago de Chapala (Mora, 2004), pero sin descripción ni ilustración. Las características específicas son observables sólo en material vivo por lo que es necesario revisar la identidad del material previamente registrado. En la Cantera Oriente tiene periodos de desarrollo explosivo y en todas las condiciones ambientales (aguas corrientes y estancadas, como plancton, metafiton o epifiton) (Figuras 6-7).

- † ‡ *Chloridella cystiformis* Pascher



FIGS. 6-7. *Botrydiopsis arhiza*.

Una especie templada, de ambientes ácidos. Este es el primer registro para México. En la Cantera Oriente crece como metafiton de algas de aguas corrientes (Figura 8).

- * *Tribonema* sp.



FIG. 8. *Chloridella cystiformis*.

Heterokontophyta, Chrysophyceae

†‡ *Synura petersenii* Korshikov

Una especie de distribución mundial, habitante del plancton de lagos oligotróficos a mesotróficos, pero esta es la primera vez que se registra en México. Generalmente forma crecimientos masivos que le confieren un olor a pescado a los cuerpos de agua. En la Cantera Oriente abunda al inicio de la primavera en el lago regulador.

Heterokontophyta, Bacillariophyceae

Achnanthes hungarica Grunow
Achnantes inflata (Kützing) Grunow
Achnanthidium chlidanos (Hohn et Hellerman) Novelo, Tavera et Ibarra
† *Achnantidium exiguum* (Grunow) Czarnecki
† *Achnantidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki

Una especie cosmopolita, alcalífila y presente en condiciones alcalinas, así como oligohalobias.

Amphora coffeaeformis (Agardh) Kützing
Amphora copulata (Kützing) Schoemann et Archibald

Amphora perpusila (Grunow) Grunow
Amphora veneta Kützing
‡ *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
Van der Werff et Huls
Caloneis bacillum (Grunow) Cleve
Cocconeis placentula var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck
Craticula cuspidata (Kützing) D.G. Mann
Cyclotella meneghiniana Kützing
Cymbella mexicana (Ehrenberg) Cleve
‡ *Denticula kuetzingii* Grunow
‡ *Diatoma moniliformis* Kützing
* *Eunotia* aff. *sudetica* O.F. Müller
† *Fragilaria capucina* Desmazières

Una especie de distribución amplia, pero con un espectro ecológico relativamente restringido a condiciones con baja concentración de nutrimentos, aunque se presenta en muchas comunidades, tanto planctónicas como todo tipo de bentónicas. En la Cantera Oriente es poco frecuente y escasa.

† *Fragilaria crotonensis* (Grunow) Kitton

Una especie principalmente templada, con muy pocos registros en el trópico. Habitante predominantemente en el fitoplancton de lagos oligotróficos a mesotróficos. En la Cantera Oriente sólo se ha visto en una ocasión en una muestra de fitoplancton de un lago.

† *Frustulia vulgaris* (Thwaites) De Toni
† *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg

Una especie de distribución amplia que prefiere condiciones circumneutras y poco salobres. Es habitante constante en el plancton.

Gomphonema affine Kützing
Gomphonema clavatum Ehrenberg
Gomphonema gracile Ehrenberg
Gomphonema parvulum Kützing
Gomphonema truncatum Ehrenberg
* *Gomphonema* sp.
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow
Melosira varians Agardh
Navicula cryptocephala Kützing

Navicula cryptotenella Lange-Bertalot
Navicula radiosa Kützing
Navicula trivialis Lange-Bertalot
Nitzschia amphibia Grunow
Nitzschia clausii Hantzsch
Nitzschia communis Rabenhorst
Nitzschia dissipatta (Kützing) Rabenhorst
Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow
Nitzschia linearis W. Smith
Nitzschia palea (Kützing) W. Smith
Pinnularia acrosphaeria W. Smith
Pinnularia tropica Hustedt
Planothidium lanceolatum (Brébisson) Round et Bukhtiyarova
Rhoicosphenia abbreviata (Agardh) Lange-Bertalot
Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O.F. Müller
Sellaphora laevisissima (Kützing) D.G. Mann
Sellaphora pupula (Kützing) Mereschowsky
Staurosira construens var. *venter* (Ehrenberg) P.B. Hamilton
Surirella brebissonii Krammer et Lange-Bertalot
† *Synedra acus* var. *acutissima* (Grunow) van Heurk

El status de esta variedad como taxón independiente de *Ulnaria acus* no ha sido resuelto. Si se tratara de una entidad válida tiene una distribución templada con registros en la zona tropical. En la Cantera Oriente se desarrolla como planctónica en los lagos.

Terpsinoe musica Ehrenberg
Tryblionella debilis Arnott
Tryblionella hungarica (Grunow) Frenguelli
† *Ulnaria acus* (Kützing) Aboal

Una especie cosmopolita de espectro ecológico muy amplio, principalmente planctónica pero con presencia en el metafiton y perifiton.

Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère

Comentarios finales

De los 137 registros de microalgas presentes en la Cantera Oriente, el 17.5 % son adiciones a la flora previamente registrada, un poco más del 8% aun no tienen un nombre definido y un 17 % tienen información distribucional deficientemente documentada. La información sobre la distribución de las especies es difícil de comprobar pues no existe ninguna estabilidad taxonómica en ninguno de los grupos, tampoco existe un centro de acopio de este tipo de información y en cambio abunda información con documentación incompleta que resulta contradictoria en sitios de la internet.

De una base de datos parcial hemos reconstruido la siguiente aproximación sobre la amplitud distribucional de las especies de la Cantera: 73 son cosmopolitas, 20 son exclusivamente de la zona templada, 4 son exclusivamente tropicales, 20 son principalmente templadas con registros aislados en el trópico y 2 son principalmente tropicales con registros aislados en las zonas templadas.

Las especies cosmopolitas pertenecen principalmente a Chlorophyta y a las Bacillariophyceae y las características ambientales donde proliferan en otras partes están bien representadas en los cuerpos de agua de la Cantera Oriente (aguas meso- a eutróficas, estancadas o con corriente débil, etc.) De las especies consideradas como templadas es complicado explicar su presencia, pues una posibilidad es que la falta de conocimiento florístico de nuestras regiones resulta en registros de especies hasta ahora conocidas de localidades de latitudes mayores (en realidad se trataría de especies cosmopolitas pobremente documentadas); otra posibilidad es que se trate de morfologías similares, imposibles de distinguir con las descripciones actuales, que basan su evaluación en la morfología general, pero en realidad son entidades taxonómicas distintas. Las especies tropicales no parecen presentar dificultades en su distribución, sin embargo, en todos los casos son especies muy pocas veces registradas, sobre todo por la falta de listados florísticos de estas regiones. En las especies templadas con registros tropicales nuevamente nos encontramos ante el dilema de decidir si son morfologías similares o una extensión en la amplitud de la distribución por ausencia de estudios florísticos. Una condición diferente es en el caso de las especies tropicales con registros

aislados en las zonas templadas, en las dos especies presentes en la Cantera Oriente, se trata de descripciones hechas por especialistas que ahora las han registrado en condiciones cálidas en Europa o Norteamérica.

La importancia de la discusión anterior resalta cuando se estudian las poblaciones de algunas de las especies que hemos marcado con la cruz doble (\pm). Por ejemplo, en un cultivo de *Pteromonas aculeata* se han obtenido morfologías similares a las de *P. angulosa* (no encontrada en la Cantera, pero presente en los canales de Xochimilco). Las especies han sido descritas para los lagos de Europa y tienen un registro florístico consistente en todo ese continente, las Islas Británicas y los Estados Unidos. Si en nuestros cultivos clonales aparecen ambas morfologías, ¿significa que ambas especies son una sola entidad? o que ¿la población mexicana, similar morfológicamente a las europeas, tiene un polimorfismo más acentuado? Situaciones similares hemos encontrado en los cultivos de otras especies (*Desmodesmus communis*, *D. westii*, *Phormidium kuetzingianum*, *Botrydiopsis arhiza*, etc.)

La descripción detallada y documentación, al menos gráfica, de las especies es una condición básica en la evaluación de las comunidades algales. A falta de ejemplares de herbario de muchas de las especies (por la utilización generalizada de iconotipos) la certificación de las mismas se basa en caracteres morfológicos comparativos en muchas poblaciones y al grado de precisión de dibujos y fotografías. Mientras no se cuente con una base de información genética confiable (muchas especies de algas registradas en el GenBank tienen una identidad errónea o no han sido identificadas), tendremos que seguir utilizando la información morfológica disponible y también tendremos que ofrecer la mayor cantidad de datos sobre cada uno de nuestros ejemplares.

Contar con la posibilidad de estudiar un sistema complejo como el de la Cantera Oriente, combinando la práctica docente con la investigación básica, permite avanzar en todos los temas aquí planteados, las cuestiones taxonómicas, biogeográficas, de conservación, de biología de las especies y finalmente de su importancia como parte de un ecosistema en el que las algas son el primer factor en la productividad del conjunto.

Agradecimientos

Al Dr. Antonio Lot, por sus invitaciones a participar en los proyectos de la Cantera Oriente y para colaborar en esta publicación conmemorativa. Al Biól. Francisco Martínez por su apoyo y consideraciones durante las prácticas escolares. A los estudiantes de los cursos de Biología de Protistas y Algas de los semestres 2008-1 y 2008-2, por su entusiasmo en participar en este proyecto. A la M. en C. Guadalupe Vidal, por su apoyo técnico en el aislamiento y mantenimiento de los cultivos de algas.

Literatura citada

- COMAS, G. A. 1996. Las Chlorococcales Dulciacuícolas de Cuba. *Bibliotheca Phycologica* 99. L. Kies and R. Schnetter (Eds.) Stuttgart. J. Cramer.
- COMAS, A., E. NOVELO Y R. TAVERA. 2007. Coccal green algae (Chlorophyta) in shallow ponds in Veracruz, México. *Archiv für Hydrobiologie Supplement - Algological Studies* 124: 29-69.
- ETTL, H. 1978. Xanthophyceae. Teil 1. Süßwasser flora von Mitteleuropa. Band 3. Ettl, H.; J. Gerloff and H. Heynig (Eds.) Stuttgart. Gustav Fischer Verlag.
- ETTL, H. 1983. Chlorophyta I. Phytomonadina. Süßwasser flora von Mitteleuropa. Band 9. Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. Mollenhauer, D. (Eds.) Stuttgart. Gustav Fischer Verlag.
- ETTL, H. Y G. GÄRTNER. 1988. Chlorophyta II. Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. Süßwasser flora von Mitteleuropa. Band 10. Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. Mollenhauer, D. (Eds.) Stuttgart. Gustav Fischer Verlag.
- HEGEWALD, E. 2000. New combinations in the genus *Desmodesmus* (Chlorophyceae, Scenedesmaceae). *Archiv für Hydrobiologie Supplement - Algological Studies* 96: 1-18.
- KOMÁREK, J. 1983. Contributions to the Chlorococcal algae of Cuba. *Nova Hedwigia* 37 (65): 1-180.
- MARGAIN H. R. M. 1981. Flora ficológica de los cuerpos de agua temporales de la región oriental y sur de la cuenca del Rio Pánuco. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 422 pp.
- MORA N. M. R. 2004. Fitoplancton del lago de Chapala, Jalisco-Michoacán, México. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. 87 pp.
- NOVELO, E., E. PONCE, R. RAMÍREZ Y M. RAMÍREZ. 2007. Algas. Pp. 63-95. En: A. Lot (coord.) Guía ilustrada de la Cantera Oriente: caracterización ambiental e inventario biológico. Coordinación de la Investigación Científica, Secretaria Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- TAVERA, R., E. NOVELO Y A. COMAS. 2000. *Chlorococcalean algae* (s.l.) from the Ecological Park of Xochimilco, Mexico. *Archiv für Hydrobiologie Supplement - Algological Studies* 100: 65-94.
- TAVERA-SIERRA, R. L. Y JORGE GONZÁLEZ-GONZÁLEZ. 1990. Caracterización ficoflorística de los parajes de la Sierra de Juárez, Oaxaca. Importancia de las formas de crecimiento algales en la tipificación de un ambiente. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50: 121-133.