

AGREGADOS DE ALGAS EN LA SUPERFICIE DEL AGUA (DELTA DEL LLOBREGAT)

Jordi Catalán *

ABSTRACT

Water **surface** blooms of algae (Llobregat Delta)

Some neustonic blooms of *Euglena proxima*, *E. viridis*, *Chlamydomonas sordida*, *C. lewinii*, *Chlamydonephris pomiformis*, *Nitzschia thermalis* and several *Oscillatoria* are described in coastal lagoons and small channels (Delta of Llobregat, NE. of Spain). A maximum concentration of 355 mg Chl«a» . m⁻² was measured.

RESUMEN

Se describe la composición y desarrollo de algunos agregados de algas en la superficie del agua, en lagunas y canales del Delta del Llobregat. Las principales especies implicadas son: *Euglena proxima*, *E. viridis*, *Chlamydomonas sordida*, *C. lewinii*, *Chlamydonephris pomiformis*, *Nitzschia thermalis* y diversas *oscillatorias*. La importancia de las formaciones se valoró estimando la cantidad de clorofila «a» por metro cuadrado, habiéndose medido un valor máximo de 355 mg Cl.m⁻².

INTRODUCCION

La concentración de algas en la superficie de las aguas dulces, formando películas y espumas de diversos colores (blooms, fleurs d'eau, Wasserblüten, goldglanz), es un fenómeno muy llamativo, al que ya los clásicos de la algología y de la limnología prestaron atención (EHRENBERG, 1830, 1838; WORONIN, 1880; KAROLY, 1887; KLAUSENER, 1908; KOLWITZ, 1914; NAUMANN, 1915-1916).

Si bien prácticamente todos los grupos sistemáticos tienen algunas especies que dan formaciones de este tipo (CATALAN, 1982); los característicos de aguas eutrófi-

cas, volvocales y euglenas, suelen dar las más frecuentes y espectaculares.

Los agregados superficiales de euglenas han sido descritos desde antiguo y existen numerosas citas en prácticamente todos los continentes (ej. BAUMEISTER, 1954; BEDNARZ, 1974; GESSNER, 1949; HARDTL, 1935; HEIDT, 1932, 1934; HUBER-PESTALOZZI, 1955; KOL, 1929; MAINX, 1927; NAUMANN, 1925; ROBERT, 1974; SCHMITT, 1947; SZABADOS, 1936 -en Europa; CARTER, 1869; KASHYOP, 1908 -en Asia; GOJDICS, 1953; JOHNSON, 1939; JOHNSON Y JAHN, 1942 -en América; HARDY, 1911 -en Oceanía). Las especies de las que se han citado «blooms» superfi-

* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Diagonal 645. Barcelona-28.

ciales son *Euglena granulata* var. *polymorpha*, *E. neustonica*, *E. palmella*, *E. proxima*, *E. tuba*, *E. viridis* y entre las que acumulan carotenoides rojos (blood lakes): *E. flava*, *E. haematodes*, *E. heliorubescens*, *E. rubra* y *E. sanguinea*.

Las formaciones de volvocales son mucho menos citadas y, probablemente, no por ser menos frecuentes (ej. *Dunaliella* y *Carteria* (VALKANOV, 1968); *Chlamydomonas* (BABENZIEN y SCHWARTZ, 1970); *Brachiomonas* (CATALAN y BALLESTEROS; en prensa).

Finalmente, existe un tercer tipo de formación propio de aguas eutróficas y no excesivamente profundas, son las tramas de tncomas de cianofíceas que, desarrollándose al principio sobre el limo del fondo, ascienden a superficie por medio de burbujas de aire, formadas durante la fotosíntesis y apresadas en la trama (STARMACH, 1969).

En el presente trabajo se describen algunos agregados de los tres tipos, aparecidos en canales y lagunas del Delta del Llobregat, durante la primavera y el verano de 1982.

CARACTERISTICAS DEL MEDIO

El no Llobregat una vez cruzada la Cordillera Litoral Catalana forma un llano deltaico modesto (130 Km²), la mayor parte del cual ha sido utilizado tradicionalmente para la agricultura, sufriendo en las últimas décadas una importante concentración demográfica e industrial. La vegetación original no ocupa más de un 5% de la superficie (FOLCH, 1976).

Una red de acequias se extiende por el margen derecho del no, permitiendo el riego de 4.303 ha. La mayona son de poca profundidad y abiertas directamente en el suelo, ello permite el desarrollo de comunidades algales ligadas al sedimento y que los macrófitos puedan arraigar. Las acequias terminan en alguna de las pocas lagunas litorales que todavía subsisten en el delta, la mayona profundamente degradadas (el Remolar, la Murtra).

El agua que penetra en los canales está muy mineralizada, debido a que el Llobregat y sus afluentes recorren zonas de mate-

nales tercianos más o menos solubles, con capas de calizas y afloramientos de yesos, desde prácticamente su nacimiento; a lo que hay que añadir el efecto de los aportes de las explotaciones de sales de Suna y Cardona. La conductividad en las lagunas litorales llega a ser tres veces superior que en las acequias, debido a su comunicación con el mar.

Las condiciones de eutrofia (elevada concentración de nutrientes), contaminación orgánica y anoxia del agua entrante, se acentúan en las acequias y lagunas, debido tanto a nuevos vertidos (agrícolas y urbanos), como a la menor circulación del agua.

Los rangos de valores de algunos parámetros —datos de PRAT y otros (1982) y propios— ilustran las características comentadas: conductividad 1300-1600 $\mu\text{S. cm}^{-1}$; alcalinidad 4-11 meq.l⁻¹; cloruros 660-1000 mg.l⁻¹; sulfatos 1,7-3 mg-ión.l⁻¹; pH 7,5-8,4; fosfatos 60-280 $\mu\text{g-atm.l}^{-1}$; nitratos 0-146 $\mu\text{g-atm.l}^{-1}$ y amonio 2,7-27 $\mu\text{g-atm.l}^{-1}$.

METODOLOGIA

Las muestras se recogieron mediante el sistema de Neumann (algo modificado) para el estudio de la película superficial (SCHWOERBEL, 1975; CATALÁN, 1982), trasladándose al laboratorio en una cámara de humedad y realizándose inmediatamente la observación in vivo. Se conservaba material fijado con formol 4% o lugol para posteriores comprobaciones.

Para valorar la importancia del «bloom» superficial, se estimó la concentración de clorofila «a» por unidad de superficie (tabla 1), dado que el conteo de células resultaba muy impreciso debido a la agregación y superposición de células. La extracción del pigmento se realizó con metanol y se utilizó un espectrofotómetro de doble haz (Perkin-Elmer 124) para la medida de la absorbancia a distintas longitudes de onda. Los valores de clorofila se calcularon según la ecuación de TALLING y DRIVER (1963), las de RICHARDS y THOMPSON (1952) se utilizaron para el cociente clorofila «a» / clorofila «b».

Fecha	Características	mg Cl. m ⁻²	D430/D665	Cl«a»/Cl«b»
18-5-82	Espuma de <i>Euglena proxima</i>	213,2	1,73	—
18-5-82	Plancton de la anterior	3,45	1,71	—
27-5-82	Espuma <i>E. proxima</i> (todo cistes)	95,6	1,78	4,09
10-6-82	Espuma <i>E. proxima</i>	355,5	1,54	4,91
10-6-82	Espuma de <i>Nitzschia thermalis</i>	278,2	1,78	3,89
27-5-82	Película de <i>Euglena viridis</i>	182,8	1,43	4,84

TABLA 1.—Valores de pigmentos de diversos agregados

DESCRIPCION DE LAS FORMACIONES

1.—Formaciones en acequias

Las acequias principales poseen brazos laterales menores, de poca profundidad (alrededor de 1 m), que las comunican unas con otras. En algunos de ellos la corriente es mínima, sino nula, lo cual permite el desarrollo y la permanencia de agregados de algas en la superficie.

1.1.—Agregado de *Euglena proxima*, *Chlamydomonas sordida* y *Nitzschia thermalis*.

Apareció durante la primera semana de mayo. *Euglena proxima* Dang. y también su variedad *amphoraeformis* Szabados, formaban una espuma superficial de color verde. Los cistes de la euglena quedaban englobados en una matriz de material extracelular, a las que también se unían formas de *Chlamydomonas sordida* Ettl, que ya sin flagelos se apretaban unas contra otras. En la superficie de las burbujas de aire atrapadas en la espuma, se situaban numerosos individuos de *Nitzschia thermalis* Kütz.

La parte inferior del agregado, en contacto con el agua, era un bullicio de formas flageladas, tanto de la euglena como de la volvocal; ciliados hipotncos la recorrían alimentándose de bacterias.

En el plancton dominaba *Chlorobion* sp., junto a algunas formas flageladas de las especies citadas.

A los diez días la constitución del agregado era similar, algunas *Amphora coffeaeformis* Agardh acompañaban a *Nitzschia* en las burbujas y aparecían tricomas de *Oscillatoria* de forma aislada. La concen-

tración de clorofila era 60 veces mayor en el agregado que en toda la columna de agua inferior. El cambio más destacado se daba en la aparición de animales alimentándose de las algas: *Euplotes* (ciliado hipotrico); *Cephalodella catellina* O.F.M. *Brachionus calyciflorus* Pallas (rotíferos) y *Heterocypris salina* (Brady) (ostrácodo), por orden de abundancia, se concentraban en la parte inferior de la espuma; mientras que larvas de dolícopódidos (dípteros) reptaban por entre la matriz mucilaginosa ingeriendo cistes, en la superficie de la espuma aparecían los adultos de estas moscas, probablemente depositando huevos.

Entre los quince y veinte días desde la aparición de la formación, el agregado quedó constituido únicamente por cistes y estados palmeloides, las formas flageladas habían desaparecido. De la parte inferior del agregado colgaban un número importante de individuos de *Vorticella*, mientras que *Euplotes* quedaba reducido a unos pocos.

Hasta aproximadamente un mes desde la aparición, este tipo de «bloom» superficial se había desarrollado de manera similar en dos canales paralelos, comunicados en sus extremos por una acequia más importante. Entonces se presentó un hecho sorprendente, uno de los canales aparecía con la habitual espuma verde, pero la superficie del otro era de un color marrón-rojizo. Esta particularidad se la confería la presencia únicamente y en gran número de *Nitzschia thermalis* (278 mg Cl«a».m⁻²). En el canal verde aparecían de nuevo formas flageladas de *Euglena* y numerosas *Chlamydomonas*, que se habían dividido en su estado palmeloide, abandonaban la

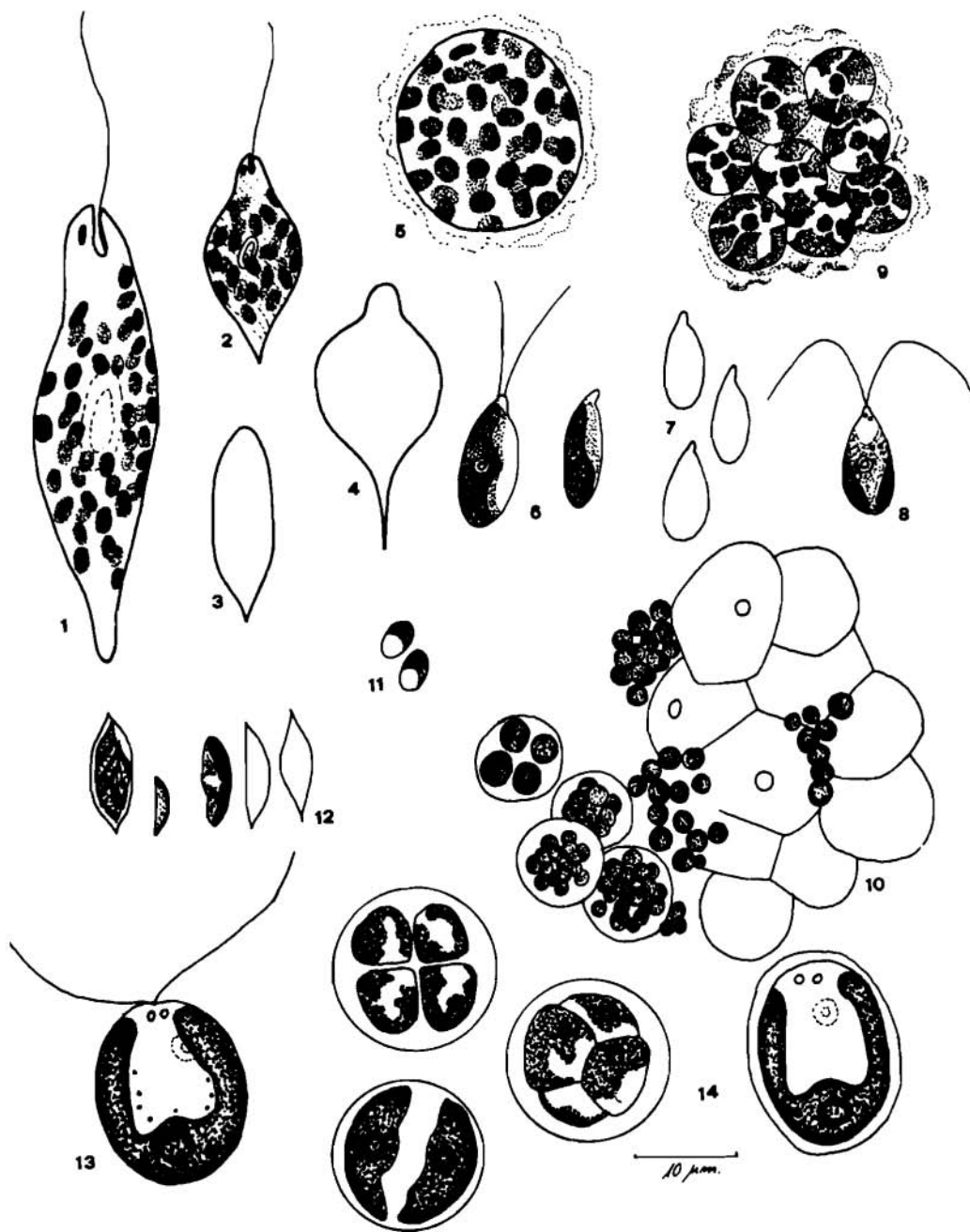


FIG. 1.-15, *Euglena proxima*: 1, forma típica; 2, var. *amphoraeformis*; 3-4, otras formas; 5, ciste. 6-10, *Chlamydomonas sordida*: 9, estado palmeloide; 10, zoosporas abandonando las células madre. 11, *Chlorella* sp. 12, *Chlorolobion* sp. 13-14, *Chlamydomonas lewinii*.

pared de las células-madre. Ahora, entre los depredadores dominaba *Cephalodella*, aparecían *Euplotes* y un *Paramecium*, y *Brachionus* y *Heterocypris* continuaban en baja densidad.

La formación de *Nitzschia* desapareció a la semana siguiente, mientras que la de *Euglena* continuó en un estado parecido al último descrito, hasta finales de junio. Había permanecido durante dos meses, su desaparición no pudo ligarse a ningún fenómeno accidental (circulación del agua, lluvia).

1.2.-Agregado de *Chlamydomonas lewinii*

Se observó en acequias del mismo tipo que el anterior a finales de junio. La apariencia externa era también similar. Sin embargo, a nivel microscópico resultó estar constituido únicamente por *Chlamydomonas lewinii* Ettl en estado palmeloide y dividiéndose. El plancton estaba integrado también por pequeñas clorococales *Chlorobion* sp. y *Chlorella* sp..

2.-Agregaciones en lagunas litorales.

En las lagunas litorales, las formaciones normalmente se limitaban a recodos más someros y protegidos, aunque en el caso de la Murtra encontramos, en alguna ocasión, buena parte de la superficie cubierta.

2.1.-Agregados en la laguna de la Murtra

El 20 de mayo encontramos, en un extremo de la laguna, una delicada película superficial, poco coloreada, en la que aparecían *Euglena viridis* Ehrbg., *Chlamydomonas pomiformis* (Pascher) Ettl, algunas *Oscillatoria*, *Amphora coffeaeformis*, ... Debajo de ella se acumulaba una gran cantidad de organismos, ciliados de simetna radial, *Euplotes*, *Lacrymaria*, rizópodos, *Brachionus angularis* Gosse, *Heterocypris salina*.

A la semana, dicho rincón lo cubna una película verde intenso, bien definida y consistente de tal modo que retenía las burbujas de sulfhídrico desprendidas del fondo anóxico. El viento provocaba peque-

ñas superposiciones de la película que aparentaban filamentos cruzando la lámina. A nivel microscópico resultó integrada por cistes de *E. viridis*, en una matriz de abundante material extracelular, formando un agregado mucho más compacto que el anteriormente citado de *E. proxima*. Aparecía también *C. pomiformis* en estado palmeloide.

En la siguiente visita la formación había desaparecido, buena parte del resto de la laguna aparecía cubierta por una masa azulada continua, de un par de centímetros de grosor, de los que una cuarta parte sobresalía por encima del nivel del agua. Se trataba de un entretejido de oscilatorias (*Oscillatoria brevis* Gom.; *O. chalybea* var. *insularis* Gardner, muy variable en sus formas: *O. pseudogeminata* Schmid i *O. subbrevis* Schmidle), muchas de ellas totalmente rodeadas de espiroquetas.

Con las semanas la capa se fue cuarteando. Entre las distintas masas apareció una fina película transparente, donde lo único vivo apreciable eran bacterias. Tanto debajo de las oscilatorias como cerca de la superficie libre, aparecieron bacterias purpúreas del azufre, con movimiento y sus característicos granos internos de azufre (*Thiospirillum* ?). Las masas de oscilatoria se cubrieron de infinidad de moscas (*Dolicopódidos*).

Esta formación permaneció durante un mes, la degradación de la masa fue progresiva. Su superficie, además, se llenó de guano de las aves de la laguna. Una notable diversidad de ciliados hipótricos apareció entre y debajo de las masas. Los ostrácodos quedaron limitados a los bordes de la laguna. No se observaron rotíferos. La anoxia llegó prácticamente a nivel de la superficie.

2.2.-Agregados en la laguna del Remolar.

Estas formaciones se limitaban a pequeños recodos de muy poca profundidad (< 1 m) de la laguna. Se trataba de películas de volvocales con una composición similar al plancton dominante (*Chlamydomonas* sp., *Chloromonas* sp., *Provasoliella ovata* (Jacoksen) Loeblich, *P. caudata* var. *guanophila* (Skuja) Ettl.).

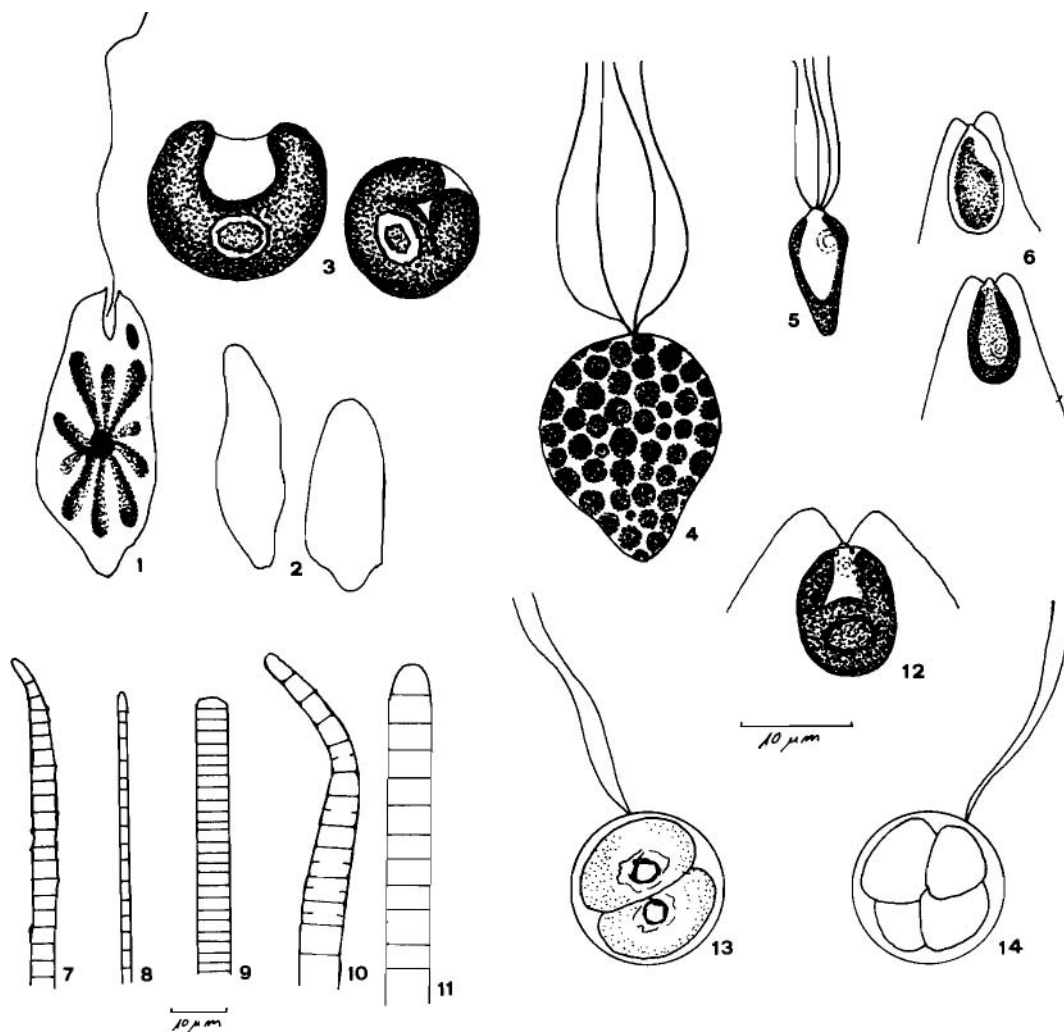


FIG. 2.-1-2, *Euglena viridis*. 3, *Chlamydonephris pomiformis*. 4, *Provasoliella ovata*. 5, *Provasoliella caudata* var. *guanophila*. 6, *Chloromonas* sp. 7, *Oscillatoria hrevis*. 8, *O. pseudogeminata*. 9, *O. subhrevis*. 10-11. *O. chalybea* var. *insularis*. distintas formas. 12-14. *Chlamydomonas* sp.

DISCUSION

¿Por qué la formación de estos agregados superficiales? Las algas que en ellos aparecen son las propias del plancton y del sedimento del tipo de agua de estas acequias, muy mineralizadas, muy eutróficas, con déficit de oxígeno (HUTCHINSON, 1957; CHOLNOKY, 1968) y materia orgánica disuelta muy elevada, con lo que la mayona de algas presentan una heterotrofia facultativa (*Euglena*, *Chlamydomonas*, *Amphora coffeaeformis*, *Nitzschia thermalis* (DROOP, 1974), cianofíceas (INGRAM y otros, 1973). La formación de agregados en la superficie supone para todas ellas un comportamiento no habitual.

Vivir en la superficie presenta inconvenientes. En una capa de tan pequeño grosor se produce un agotamiento rápido de nutrientes, aunque en este caso se minimice el fenómeno por tratarse de aguas muy eutróficas. La concentración de algas, por otro lado, comporta un rápido consumo de CO₂ debido a la fotoasimilación, así como una saturación de O₂ (200-300 ‰), que unido a la dificultad de intercambio de gases aire/agua a través del agregado, supone una relación CO₂/O₂ muy baja, que implica un verdadero problema, a nivel fisiológico, para las algas (ABELIOVICH y SHILO, 1972; LLOYD y otros, 1977).

Partiendo de la idea de que los organismos acomodan su comportamiento, a fin de encontrar el mejor ambiente para su supervivencia, la formación de agregados superficiales debe entenderse, teniendo en cuenta los importantes problemas fisiológicos que comporta: o como un fenómeno adaptativo, huyendo de los ambientes inferiores más desfavorables; o como un fenómeno productivo, pues en la superficie no hay limitación de luz ni problemas de sedimentación. Sin embargo, esto supondría haber resuelto primero los problemas fisiológicos; o, finalmente, como un fenómeno accidental.

Según REYNOLDS (1984), la comparación de la tasa de crecimiento, antes, durante y después del «bloom», sugiere que la formación de espumas superficiales por cianofíceas, no es un fenómeno ni adapta-

tivo ni productivo, sino un resultado meramente físico. No obstante, algunos autores (PAERL & USTACH, 1982), pretenden ligar la ascensión a la superficie, a la preferencia hacia el CO₂ sobre el HCO₃ como suministro de carbono para la fotosíntesis. El fenómeno de la Murtra, nos parece más próximo a la idea de Reynolds.

Los «blooms» de *Euglena* parecen tener un carácter más adaptativo, sino productivo. En condiciones de luz elevada, baja concentración de CO₂ y alta de O₂, movilizan sus reservas de paramilo para excretar gluconato en gran cantidad (YAKOTA & KITAOKA, 1982). Una matriz de productos extracelulares permite una protección de la radiación excesiva, pero, sobre todo, limita la difusión de gases y nutrientes, con lo que el organismo atenua las extremas condiciones externas. Según COLOMBETTI y otros (1982), los efectos hidrodinámicos no cuentan en la formación de agregados de *Euglena*.

Chlamydomonas parece tener un mecanismo interno de concentración de CO₂, que no tiene *Euglena* (MERRET y ARMITAGE, 1982), que le permite mantener una relación de CO₂/O₂ interna relativamente constante, frente a las variaciones del medio, lo cual le evita numerosos problemas de fotorrespiración ligados a la actividad de la ribulosa 1,5, difosfato y la oxigenasa. Así, en experiencias de laboratorio, cultivos de *Euglena*, sometidos a una relación de CO₂/O₂ muy baja y fuerte iluminación, disminuyen en su número de células y peso seco por célula —la clorofila empieza a degradarse tan pronto como se le acaban las reservas de paramilo para seguir excretando (YAKOTA & KITAOKA, 1982)—; en cambio cultivos de *Chlamydomonas* en las mismas condiciones mantienen el número de células y aproximadamente el mismo peso seco. Esta propiedad podría permitir que los agregados de *Chlamydomonas*, tuvieran un carácter más productivo que los de *Euglena*. De hecho, en todas las formaciones que hemos observado, se da una importante división de *Chlamydomonas* en su estado palmeloide.

Nitzschia thermalis debe tratarse aparte. Parece ser que está bien adaptada a re-

cibir una fuerte radiación directa. CLEVER-EULER (1952) ya señaló su tendencia aerófila; LICHTI-FEDEROVICH (1980) la cita como un componente importante de las «nieves rojas». No resulta pues extraña su abundancia sobre las burbujas de las espumas, las partes más directamente iluminadas.

A un nivel más general, la formación de una capa de clorofila de cerca de 300 mg por m², supone, junto al efecto del material extracelular, limitar el paso de radiación fotosintéticamente activa al volumen inferior, frenando la producción en éste.

BIBLIOGRAFIA

- ABELIOVICH, A. y SHILO, M. 1972. Photooxidative death in blue-green algae. *J. Bacteriol.* 111: 682-689.
- BABENZIEN, H.D. y SCHWARTZ, W. 1970. Studien zur Mikrobiologie des Neustons. *Limnologica* 7: 247-272.
- BAUMEISTER, W. 1954. *Planktonkunde für Jedermann. Eine methodische Einführung.* Franckh'sche Verlagschanklung. Stuttgart. 121 pp.
- BEDNARZ, T. 1974. A unique neustonic blooms of *Euglena granulata* var. *polymorpha*. *Frag. Florest. Geobot.* 20 (4): 53-556.
- CARTER, H. J. 1869. Notes on filigerous green Infusoria on the Island of Bombay. *Ann. Mag. Nat. Hist.* ser IV, 3: 250-260.
- CATALÁN, J. 1982. *Composició i biologia d'algunes comunitats neustoniques d'aigua dolça.* Memoria de licenciatura. Universidad de Barcelona.
- CATALÁN, J. y BALLESTEROS, E. (en prensa). Contribución al estudio de las cubetas supralitorales (Tossa de Mar, Costa Breva). *Actas del 2º Congreso Español de Limnología.* Murcia.
- CHOLNOKY, B. J. 1968. *Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern.* Verlag von J. Cramer. 699 pp.
- CLEVER-EULER, A. 1952. *Die Diatomeen von Schweden und Finnland I-V.* Kungliga Svenska Vetenskapsakademien 3 (3).
- COLOMBETTI, G.; F. LENCI y B. DIEHN. 1982. Responses to photic, chemical and mechanical stimuli. Pág. 169-195. En D. E. BUETOW. *The boilogy of Euglena.* Vol. 3. Academic Press. New York.
- DROP, M. R. 1974. Heterotrophy of carbon. En W. D. P. STEWART. *Algal Physiology and Biochemistry.* Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- EHRENBERG, C. G. 1830. Neue Beobachtungen über blutartigen Erscheinungen in Aegypten, Arabien, und Siberien nebst einer Uebersicht und Kritik der früher bekannten. *Annalen der Physik.* 94: 477-514.
- EHRENBERG, C. G. 1838. *Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen.* Leopold Voss. Leipzig.
- FOLCH, R. (Ed.). 1976. *Natura lis o abús?* Ed. Barcino. Barcelona.
- GESSNER, F. 1949. *Euglena neustonica* n.sp. *Mikrokosmos.* 39:1-3.
- GOJDICS, M. 1953. *The genus Euglena.* Univ. Wisconsin Press. Madison.
- HARDTL, H. 1935. Einiges über den Bau und die Lebensweise einer neustonbildenden roten Euglena Ehrenberg. *Beihefte Z. Botan. Zentralbl.* Abt. A 53:605-619.
- HARDY, A.D. 1911. On the occurrence of a red *Euglena* near Melbourne. *Victoria Nat.* 27:215-220.
- HEIDT, K. 1932. Zwei interessante «Wasserblüten». *Chromophyton rosanoffi* und *Euglena sanguinea.* *Natur und Museum.* 62:340-342.
- HEIDT, K. 1934. Hamatochromwanderrung bei *Euglena sanguinea* Ehrenb. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 52:607-613.
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1955. *Das Phytoplankton des Süßwassers. 4 Teil. Euglenophyceen.* Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 605 pp.
- HUTCHINSON, G. E. 1967. *A treatise on Limnology.* 11. *Introduction to lake biology and the limnoplankton.* Wiley. New York.
- INGRAM, L. O.; VAN VAALLEN, C. y CALDER, J. A. 1973. Role of reduced exogenous organic compounds in the physiology of the blue-green bacteria (algae): Photoheterotrophic growth of an «autotrophic» blue-green bacterium. *J. Bacteriol.* 114:701-706.
- JOHNSON, N. L. 1939. A study of *Euglena rubra* Hardy. *Trans. Amer. Micr. Soc.*, 58: 42-48.
- JOHNSON, L. P. y JAHN, T. L. 1942. Cause of the green-red color change in *Euglena rubra.* *Physiol. Zool.* 15:89-94.
- KAROLY, D. 1887. Véres tó Maros-Szent-Györgyön. (Red bloom on a lake at Maros, St. Gyorgy). *Természettudományi Közöny,* 19:466-467.
- KASHYOP, S. R. 1908. Notes on a peculiar form resembling *Euglena tuba.* *Rec. Indian Mus.* 2:111-112.
- KLAUSENER, C. 1908. Die Blutseen der Hochalpen. *Intern. Rev. ges. Hydrobiol. u Hydrogr.*, 1:359-424.
- KOL, E. 1929. «Wasserblüte» der Sodeteich auf der Nagy Magyar Alföld (Grossen Ungarischen Tiefebene). *Arch. Protistenk.*, 66:515-522.
- KOLKOWITZ, R. 1914. Über Wasserblüten. *Bot. Jahrb. Syrt.*, 50:349-356.
- LICHTI-FEDEROVICH, S. 1980. Diatom Flora of Red Snow from Isbjørnø, Carey Øer, Greenland. *Nova Heddwigia,* 33:395-431.
- LLOYD, N. D. H.; CANVIN, D. T. y CULVER, D. A. 1977. Photosynthesis and photorespiration in algae. *Plant. Physiol.*, 59:936-940.
- MAINX, F. 1927. Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Eugleninen. *Arch. Protistenk.* 60:305-414.

- NAUMANN, E. 1915-1916. Quantitative Untersuchungen über die Organismenformationen der Wasseroberfläche. II. *Chromulina rosanoffi* (Woronin) Bütschli. *Internat. Recite. ges. Hydrobiol.*, 12: 215-217.
- NAUMANN, E. 1925. Notizen zur Biologie der Süßwasseralgen. III. ein vegetationsfarbendes Neuston aus *Euglena flava*. *Dang. Arkiv. Bot.*, 19:1-7.
- PAERL, H. W. y USTACH, J. F. 1982. Blue-green algal scums: An explanation for their occurrence dunn freshwater blooms. *Limnol. Oceanogr.*, 27(2): 212-217.
- REYNOLDS, C. S. 1984. Artificial induction of surface blooms of cyanobactena. *Verh. Internar. Vercin. Limnol.*, 22:638-643.
- RICHARDS, F. A. y THOMPSON, T. G. 1952. The estimation and characterisation of plankton populations by pigment analyses. II. A spectrophotometric method for the stimation of plankton pigments. *J. Mar. Res.*, 11: 156-172.
- ROBERT, A. 1974. Notes sur le neuston observe a Tîr-gu Mures entre les années, 1965-1973. *Contributti Botanica*, 18-20.
- SCHMITT, C. 1947. Der Blutsee. *Universum* 1: 293-294.
- SCHWOERBEL, J. 1975. *Métodos de Hidrobiologia*. Blume. Madrid.
- STARMACH, K. 1969. Algae of seaside pools near the mouth of the river Batova in Bulgana. *Fragm. Florist. Geobot.* 15:513-521.
- SZABADOS, M. 1936. *Euglena* Vizsgalatok (*Euglena* Untersuchungen). *Acta biol. Szeged.* 4:49-95.
- TALLING, J. F. y DRIVER, D. 1963. Some problems in the stimation of chlorophyll-a in phytoplankton. *Proceedings Conference of Primary Productivity Measurement, Marine and Freshwater. Hawaii, 1961. U.S.A. Atomic Energy Conim. TID- 7633: 142-146.*
- VALKANOV, A. 1968. Das neuston. *Limnologica*. 6: 381-403.
- WORONIN, M. 1880. *Chromophyton rosanoffi*. *Bot. Zeitg.* 38:625-631.
- YOKOTA, A. y KITAOKA, S. 1982. Synthesis, Excretion, and Metabolism of Glycolate under highly photorespiratory conditions in *Euglena gracilis* Z¹. *Plant. Physiol.* 70: 760-764.