

Botanica Complutensis
2001, 25, 165-177

ISSN: 0214-4565

Algunas Chlorellaceae nuevas o poco citadas para la Península Ibérica

Ana RIFÓN-LASTRA & Ángela NOGUEROL-SEOANE

Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal e Ecología. Universidade da Coruña.
Campus da Zapateira, s/n. E-15071. A Coruña, Spain.

Resumen

RIFÓN-LASTRA, A. & NOGUEROL-SEOANE, A. 2001. Algunas *Chlorellaceae* nuevas o poco citadas para la Península Ibérica. *Bot. Complutensis* 25: 165-177.

En el estudio de la ficoflora epilítica de paredes de granito de Galicia (NW España), hemos podido identificar seis especies del grupo de las *Chlorellaceae* que son nuevas o fueron poco citadas en la Península Ibérica. Se trata de *Lobosphaeropsis lobophora* (Andreeva) Ettl et Gärtner, *Chlorella ellipsoidea* Gerneck, *C. luteoviridis* Chodat in Conrad et Kufferath, *Elliptochloris subsphaerica* (Reisigl) Ettl et Gärtner, *Chlorolobion lunulatum* Hindák y *Keratococcus bicaudatus* (A. Braun) J.B. Petersen. Para cada taxon se proporciona una detallada descripción e ilustraciones; así como datos sobre su ecología y distribución aportando, además, comentarios sobre su taxonomía y variabilidad morfológica.

Palabras clave: *Chlorophyceae*, *Chlorellaceae*, taxonomía, epilíticas, NW España.

Abstract

RIFÓN-LASTRA, A. & NOGUEROL-SEOANE, A. 2001. Some new or poor known *Chlorellaceae* in the Iberian Peninsula. *Bot. Complutensis* 25: 165-177.

A survey of the algal flora that colonizes the granite walls of buildings in Galicia (NW Spain), has revealed the presence of six taxa included in the group of *Chlorellaceae* that are new or few reported for the Iberian Peninsula: *Lobosphaeropsis lobophora* (Andreeva) Ettl et Gärtner, *Chlorella ellipsoidea* Gerneck, *C. luteoviridis* Chodat in Conrad et Kufferath, *Elliptochloris subsphaerica* (Reisigl) Ettl et Gärtner, *Chlorolobion lunulatum* Hindák and *Keratococcus bicaudatus* (A. Braun) J.B. Petersen. Descriptions and illustrations are provided for all of these taxa as well as data on its ecology and distribution. Their taxonomy and morphological variability are commented.

Keywords: *Chlorophyceae*, *Chlorellaceae*, taxonomy, epilithic, NW Spain.

INTRODUCCIÓN

Los distintos géneros que se incluyen en la familia *Chlorellaceae* Brunthaler 1915 (O. *Chlorellales*, Cl. *Chlorophyceae*) presentan células de morfología variada; pueden ser redondeadas, elipsoidales, ovadas o ahusadas y se presentan aisladas o dispuestas en grupos o colonias irregulares. Por lo general, estas células carecen de envuelta gelatinosa y su pared, de tres capas, puede ser lisa o con rugosidades, costillas o verrugas. El cloroplasto suele ser único y parietal, con o sin pirenoide. La reproducción asexual se lleva a cabo mediante 2-16 autósporas que son liberadas por ruptura de la pared del esporociste. En esta familia se incluyen en la actualidad unos 40 géneros, de los que sólo 22 están representados en ambientes aerofíticos o terrestres (Ettl *et* Gärtner, 1995).

En este trabajo se presenta el estudio de seis especies pertenecientes a la familia *Chlorellaceae* siguiendo la ordenación de Ettl *et* Gärtner (1995). De ellas, *Lobosphaeropsis lobophora* (Andreeva) Ettl *et* Gärtner es nueva cita para la Península Ibérica. De *Chlorella ellipsoidea* Gerneck, *C. luteoviridis* Chodat *in* Conrad *et* Kufferath, *Elliptochloris subsphaerica* (Reisigl) Ettl *et* Gärtner, *Chlorolobion lunulatum* Hindák y *Keratococcus bicaudatus* (A. Braun) J.B. Petersen, apenas se han encontrado referencias en la literatura.

El material utilizado para este estudio se obtuvo por raspado de paredes graníticas exteriores de diferentes edificios (Tabla 1) del N.O. de la Península Ibérica (Figura 1).



Figura 1.—Situación geográfica de las localidades de muestreo: 1, A Coruña; 2, Malpica de Bergantiños (A Coruña); 3, Carballo (A Coruña); 4, Vimianzo (A Coruña); 5, Muxía (A Coruña); 6, Fisterra (A Coruña); 7, Santiago de Compostela (A Coruña); 8, Padrón (A Coruña); 9, A Estrada (Pontevedra); 10, Poio (Pontevedra); 11, Pontevedra; 12, Tui (Pontevedra); 13, Pontearreas (Pontevedra); 14, Ribadavia (Ourense); 15, Celanova (Ourense); 16, Ourense; 17, Boborás (Ourense); 18, Dozón (Pontevedra); 19, Silleda (Pontevedra); 20, S. Cristobo de Cea (Ourense); 21, Baños de Molgas (Ourense); 22, Viana do Bolo (Ourense); 23, Nogueira de Ramuín (Ourense); 24, Parada de Sil (Ourense); 25, Monforte de Lemos (Lugo); 26, Palas de Rei (Lugo); 27, Lugo; 28, Meira (Lugo); 29, Abadín (Lugo); 30, Mondoñedo (Lugo); 31, Ribadeo (Lugo); 32, Alfoz (Lugo); 33, Viveiro (Lugo).

Tabla

Localización, fecha y clima de las localidades de muestreo. Med.Mar.: Mediterráneo Marítimo; Mar.Tem.: Marítimo Templado; Med.Tem.: Mediterráneo Templado; Tem.Cal.: Templado Cálido; Med.T.Fres.: Mediterráneo Templado Fresco; Mar.Fr.: Marítimo Fresco

	Edificio	UTM	Fecha	Clima
1.	Iglesia de Santiago (A Coruña)	29TNJ4903	07/04/95	Med.Mar.
2.	Iglesia de Santiago de Mens (Malpica de Bergantiños, A Coruña)	29TNH1093	07/05/98	Med.Mar.
3.	Iglesia de Santiago de Sisamo (Carballo, A Coruña)	29TNH2284	07/05/98	Med.Mar.
4.	Castillo de Vimianzo (A Coruña)	29TMH9773	07/05/98	Med.Mar.
5.	Iglesia de S. Xian de Moraime (Muxía, A Coruña)	29TMH8370	07/08/97	Med.Mar.
6.	Iglesia de Sta. María (Fisterra, A Coruña)	29TMH7848	07/08/97	Med.Mar.
7a.	Convento de Sta. Clara (Santiago de Compostela, A Coruña)	29TNH3647	02/03/96	Mar.Tem.
7b.	Colegiata de Sta. María de Sar (Santiago de Compostela, A Coruña)	29TNH3647	02/03/96	Mar.Tem.
8.	Santuario de Nosa Señora de A Esclavitude (Padrón, A Coruña)	29TNH2823	17/01/96	Mar.Tem.
9.	Iglesia de S. Pedro de Ancorados (A Estrada, Pontevedra)	29TNH4721	17/07/98	Med.Tem.
10.	Monasterio de S. Juan (Poio, Pontevedra)	29TNG2594	11/10/95	Med.Mar.
11.	Iglesia de Sta. María (Pontevedra)	29TNG2998	11/10/95	Med.Mar.
12.	Catedral de Tui (Pontevedra)	29TNG2955	14/12/95	Mar.Tem.
13.	Iglesia de S. Pedro (Pontareas, Pontevedra)	29TNG4068	28/03/98	Med.Tem.
14.	Iglesia de Sto. Domingo (Ribadavia, Ourense)	29TNG7082	28/09/97	Med.Tem.
15.	Monasterio de S. Benito (Celanova, Ourense)	29TNG8567	12/04/96	Med.Tem.
16.	Catedral de Ourense	29TNG9388	23/11/94	Med.Tem.
17.	Iglesia de S. Xián de Astureses (Boborás, Ourense)	29TNG7399	28/09/97	Med.Tem.
18.	Iglesia de S. Pedro de Mosteiro (Dozón, Pontevedra)	29TNH7915	17/07/98	Med.Tem.
19.	Iglesia de S. Pedro de Ansemil (Silleda, Pontevedra)	29TNH6031	17/07/98	Tem.Cal.
20.	Monasterio de Sta. María de Oseira (S. Cristobo de Cea, Ourense)	29TNH8610	28/09/97	Med.Tem.
21.	Santuario de Nosa Señora das Hermidas (Baños de Molgas, Ourense)	29TPG5458	18/07/96	Med.T.Fres.
22.	Iglesia de Sta. María (Viana do Bolo, Ourense)	29TPG5571	18/07/96	Med.T.Fres.
23.	Monasterio de S. Estevo de Ribas de Sil (Nogueira de Ramuín, Ourense)	29TPG0897	23/11/94	Med.Tem.
24.	Monasterio de Sta. Cristina (Parada de Sil, Ourense)	29TPG1493	18/09/96	Med.Tem.
25.	Torre del Homenaje (Monforte de Lemos, Lugo)	29TPH2209	01/11/98	Med.Tem.
26.	Iglesia de S. Salvador de Vilar de Donas (Palas de Rei, Lugo)	29TNH9750	28/03/98	Mar.Fr.
27a.	Iglesia de S. Pedro (Lugo)	29TPG1765	22/11/95	Med.Tem.
27b.	Catedral de Lugo	29TPG1765	22/11/95	Med.Tem.
28.	Iglesia de Sta. María (Meira, Lugo)	29TPH3886	01/11/98	Tem.Cal.
29.	Iglesia de Sta. María (Abadín, Lugo)	29TPJ3302	18/10/97	Mar.Tem.
30.	Catedral de Mondoñedo (Lugo)	29TPJ3209	18/10/97	Mar.Tem.
31.	Iglesia de S. Francisco (Ribadeo, Lugo)	29TPJ5832	08/01/99	Mar.Tem.
32.	Torre del Homenaje de Castro d'Ouro (Alfoz, Lugo)	29TPJ3920	27/08/98	Med.Tem.
33.	Iglesia de Sta. María del Campo (Viveiro, Lugo)	29TPJ1335	27/08/98	Med.Tem.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras se recogieron por duplicado en condiciones asépticas, raspando con un escalpelo allí donde el crecimiento algal era aparente. Una de las partes se reservó para realizar observaciones directas al microscopio óptico y se inoculó la otra en placas petri con medio nutritivo BBM (Bischoff *et* Bold, 1963) agarizado al 0,6%. Los cultivos se mantuvieron en cámara bajo condiciones constantes de iluminación (1500 lux), temperatura (18°C) y fotoperíodo (12/12 horas luz/oscuridad). Se realizaron cultivos unialegales con objeto de realizar un seguimiento del ciclo biológico de estas especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Lobosphaeropsis lobophora (Andreeva) Ettl *et* Gärtner 1995

Basionym: *Chlorella lobophora* Andreeva 1973

Células esféricas, aisladas, de 7-12,4 μm de diámetro. El único plasto parietal en copa cubre, al menos, 2/3 de la periferia de la célula; en los primeros estadios es ondulado y más tarde se divide mediante profundas incisiones en 2 a 5 lóbulos. Cada plasto presenta un pirenoide ovalado o esférico rodeado por 3-5 pirenosomas. En el citoplasma es frecuente observar numerosas gotas lipídicas. La reproducción se lleva a cabo mediante 2-4 autósporas que se forman en esporocistes más o menos esféricas de 13-14,8 μm de diámetro. Las autósporas son ovaladas, de 4,7-6,8 \times 5,7-9,7 μm , con un plasto parietal de margen entero, ondulado o lobado. La esporulación se lleva a cabo por ruptura de la pared del esporociste y las autósporas pueden permanecer unidas en el exterior durante un tiempo. (Figura 2, 1)

Loc.: 6, 8, 15.

L. lobophora es una especie conocida en suelos de Rusia (Ettl *et* Gärtner, 1995).

Chlorella ellipsoidea Gerneck 1907

Syn.: ? *Jaagia aquatica* Vischer 1955; *Chlorella saccharophila* var. *ellipsoidea* (Gerneck) Fott *et* Nováková 1969

Células aisladas, de ovaladas a elipsoidales, 5,5-8 \times 9,3-11,7 μm ; relación L/A: 1,2-1,6. En los primeros estadios el cloroplasto es parietal acintado, de márgenes enteros o ligeramente ondulados y ocupa aproximadamente 2/3 de la periferia de la célula. En células adultas los márgenes se vuelven muy ondulados y lobados y el plasto tiende a separarse de la pared celular en numerosos puntos para, al final, pasar a posición axial. Cada plasto tiene un pirenoide ovalado o esférico, conspicuo, rodeado por 4-5 pirenosomas en células jóvenes y numerosos en células adultas. Para la reproducción, las células vegetativas aumentan de tamaño y se transforman en esporocistes ovalados o elipsoidales, de 6-9,7 \times 9,3-13,2 μm . En cada esporociste se diferencian de 4 a 16 autósporas de diferente tamaño; una basal siempre ovalada (4-5,7 \times 6,3-9,7 μm) y otras de menor tamaño ovaladas (2,8-3,4 \times 4,5-5 μm) o, en raras ocasiones, esféricas (2,2-2,6 μm de diámetro). La liberación de las autósporas se produce de forma sucesiva a través de una abertura en la pared del esporociste. (Figura 2, 2)

Loc.: 2, 3, 6, 7a, 9, 12, 17, 19, 21, 25, 31, 32.

La identidad de *C. saccharophila* (Krüger) Migula y *C. ellipsoidea* como entidades taxonómicas diferentes ha sido cuestionada por numerosos autores. Tras

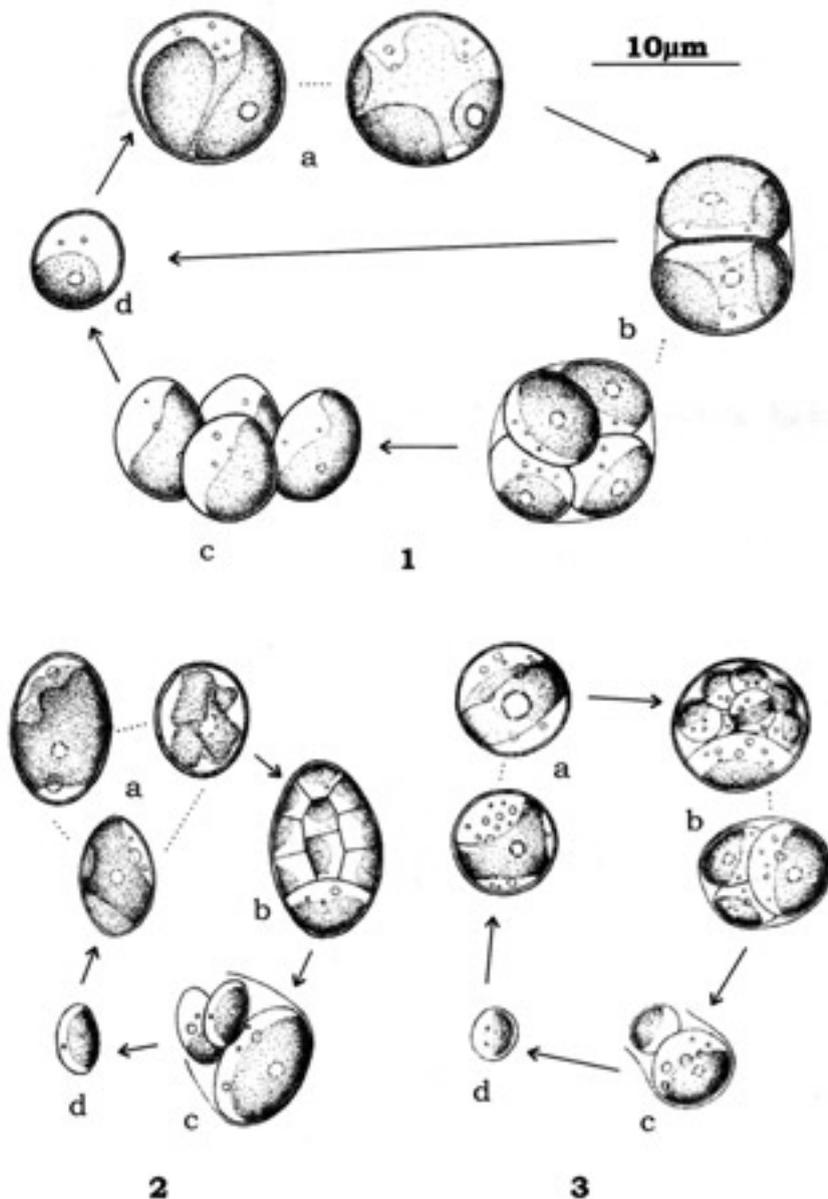


Figura 2.—1, *Lobosphaeropsis lobophora*: a, células vegetativas; b, esporocistas con 2 y 4 autósporas; c, grupo de autósporas tras la esporulación; d, autóspora. 2, *Chlorella ellipsoidea*: a, células vegetativas en las que se aprecia la variable morfología del plastido; b, formación de las autósporas; c, liberación de las autósporas; d, autóspora en detalle. 3, *Chlorella luteoviridis*: a, células vegetativas; b, esporocistas con autósporas en distinto número y de diferente tamaño; c, esporulación; d, autóspora.

realizar una revisión de sus caracteres morfológicos y propiedades bioquímicas, Fott y Nováková (1969) no estiman suficientes las diferencias para separar estos táxones a nivel específico y las consideran sendas variedades de *C. saccharophila*: *C. saccharophila* (Krüger) Migula var. *saccharophila* y *C. saccharophila* (Krüger) Migula var. *ellipsoidea* (Gerneck) Fott et Nováková. Estos autores precisan, además, que el único carácter con valor diagnóstico que diferencia estas variedades es la presencia/ausencia de gránulos de almidón alrededor del pirenoide. Sin embargo Andreeva (1975) en base a caracteres como la forma lobada del cloroplasto, presencia de gránulos de almidón alrededor del pirenoide y formación de autósporas de diferente tamaño, mantiene *C. ellipsoidea* como especie independiente. Este criterio se vio más tarde confirmado por numerosos estudios bioquímicos y fisiológicos (Kessler, 1987; Huss et al., 1989; Takeda, 1991) y fue seguido por autores como Komárek y Fott (1983) en su revisión del orden *Chlorococcales* y también por Hindák (1984) en sus estudios sobre las *Chlorococcales* dulceacuícolas de Eslovaquia. Con posterioridad, Puncochárová (1994) concluye que la cepa utilizada como tipo para *C. saccharophila* var. *ellipsoidea* es en realidad diferente de la cepa de *C. ellipsoidea*, lo que lleva a esta autora a describir la primera como una nueva especie para la ciencia que denomina *C. trebouxioides* Puncochárová 1994 (Syn.: *Chlorella saccharophila* (Krüger) Migula var. *ellipsoidea* (Gerneck) Fott et Nováková 1969, *Chlorella ellipsoidea* auct. non Gerneck: Andreeva 1975, Komárek et Fott 1983).

Siguiendo los criterios de Ettl y Gärtner (1995) y de autores posteriores como Comas González (1996), hemos preferido mantener el nombre de *C. ellipsoidea* en el sentido que le dan Andreeva (1975) y más tarde Komárek y Fott (1983) en su monografía sobre el orden *Chlorococcales*.

A pesar de ser un taxon descrito y citado en medios acuáticos (Skuja, 1948; Margalef, 1949; Fott et Nováková, 1969; García de Emiliani, 1973; Komárek et Fott, 1983; Comas González, 1996), esta especie ha sido encontrada con frecuencia en ambientes subaéreos y suelos (Komárek et Fott, 1983; Ettl et Gärtner, 1995). Conocemos para suelos las referencias de Broady (1984) y Watanabe, (1977). Nakano et al. (1991) la encuentran sobre cortezas de árboles, Puymaly (1924) también como cortícola y sobre madera muerta. Schlichting (1975) la cita como epilítica en paredes edificadas.

C. ellipsoidea es, posiblemente, una especie cosmopolita (Komárek et Fott, 1983). En España, según la información de que disponemos, ha sido citada anteriormente por Margalef (1949) en Barcelona. Caballero (1929) la menciona en Guadalajara y García de Emiliani (1973) en Girona.

***Chlorella luteoviridis* Chodat in Conrad et Kufferath 1912**

Syn.: *Chlorella aureoviridis* Meyer 1932, *Chlorella mutabilis* Shihira et Krauss 1965, ?*Jaagichlorella geometrica* Reising 1964

Células adultas siempre esféricas, de 6,2-12 µm de diámetro, con un plasto parietal que ocupa de 1/3 a 1/2 la periferia de la célula. El cloroplasto es parietal acin-

tado situado en el centro de la célula y, con frecuencia, unido a la pared celular en uno o dos puntos. En cada plasto se observa un pirenoide conspicuo, más o menos esférico, aproximadamente axial y rodeado por 4-5 pirenosomas. Las vacuolas son numerosas y de pequeño tamaño, pudiendo llegar a ocupar 1/3 del lumen celular. La reproducción se lleva a cabo mediante 4-8 autósporas de diferente tamaño, provistas de un plasto parietal en copa o acintado. Su formación se lleva a cabo en esporocistes esféricos de 9,1-11,4 μm de diámetro. La autóspora basal es subsférica, de 5,7-8 \times 6,2-8,5 μm , y las restantes subsféricas, ligeramente ovales o de contorno irregular, 3-4 \times 4-4,5 μm . Son liberadas a través de una apertura en la pared del esporociste, pudiendo permanecer la autóspora basal en su interior durante un tiempo una vez realizada la esporulación. (Figura 2, 3)

Las dimensiones de las autósporas según Fott y Nováková (1969) son de 2,5-4 μm ; sin embargo es más que probable que dichos autores no incluyan en estos valores las dimensiones de la autóspora basal, ya que al medir la que figura en los dibujos realizados por ellos mismos se observa que puede alcanzar 8,1 μm de diámetro, lo que se corresponde, aproximadamente, con los valores registrados por nosotros.

Loc.: 3, 5, 6, 7b, 8, 9, 10, 11, 13, 18, 20, 24, 26, 27a, 27b, 28, 29, 30, 31, 32, 33.

C. luteoviridis fue descrita en base a material recogido en una charca y citada en ambientes dulceacuícolas (Fott *et* Nováková, 1969; Komárek *et* Fott, 1983; Comas González, 1996). También fue registrada en ambientes subaéreos (Ettl *et* Gärtner, 1995). Conocemos en cortezas las referencias de Handa *et* Nakano (1988), Cambra *et* Hernández-Mariné (1989) y Nakano *et al.* (1991). Por otra parte, *Jaagichlorella geometrica* Reisigl, considerada una sinonimia dudosa de *C. luteoviridis*, fue descrita en suelos (Reisigl, 1964).

C. luteoviridis, de distribución cosmopolita (Comas González, 1996), es conocida en la Península Ibérica para la provincia de Granada (Cambra *et* Hernández-Mariné, 1989).

Elliptochloris subsphaerica (Reisigl) Ettl *et* Gärtner 1995

Basionym: *Pseudochlorella subsphaerica* Reisigl 1964. Syn.: *Chlorella reisiglii* (Reisigl) S. Watanabe 1977

Las células vegetativas son inicialmente ovaladas, 5,6-9,1 \times 8-10,4 μm (relación L/A: 1,2-1,4) y más tarde esféricas, 7,6-14,4 μm de diámetro. El plasto, que es parietal en copa y ocupa, aproximadamente, 2/3 de la periferia de la célula, está dividido en 2-5 lóbulos más o menos profundos y contiene 1 ó 2 pirenoides con cubierta de almidón discontinua. En el citoplasma se observan con frecuencia numerosas gotas lipídicas. La reproducción se lleva a cabo mediante esporas formadas en esporocistes esféricos de 10,1-13,5 μm de diámetro. Es habitual que se formen 8-16 esporas cilíndricas, rectas o curvadas en «C», de 2,7-3,2 \times 7-9,3 μm (relación L/A: 2,4-3,3) con un plasto parietal de márgenes enteros y un pirenoide. La espo-

culación se lleva a cabo por ruptura de la pared de la célula madre y las esporas liberadas dan lugar a células que inicialmente son ovaladas y más tarde llegan a redondearse. Se observa también, aunque con menor frecuencia, la formación de 4 esporas ovaladas de $4,5-5,7 \times 4,5-7,4 \mu\text{m}$ (relación L/A: 1,2-1,3), con un plasto parietal en copa y un pirenoide. Estas esporas son liberadas por ruptura del esporociste y dan lugar a células vegetativas esféricas o subesféricas. (Figura 3, 4)

Nuestro material difiere de la descripción de la especie en el mayor tamaño de las células vegetativas ovaladas ($2,5-7 \times 5-10 \mu\text{m}$ en la descripción).

Loc.: 3, 4, 9, 14, 18, 19, 33.

Las células vegetativas esféricas de *E. subsphaerica* son casi idénticas a las de *Lobosphaeropsis lobophora*, de la que se diferencia fundamentalmente en la formación de autósporas cilíndricas. Komárek y Fott (1983) no contemplan el género *Elliptochloris* Tschermak-Woess 1980 e incluyen ambas especies en el género *Lobosphaeropsis* Reisingl 1969. En este trabajo se ha seguido el criterio de Ettl y Gärtner (1995) en el que hacen muy significativas las diferencias de los ciclos biológicos y por ello las mantienen separadas en géneros diferentes.

La mayor frecuencia de formación de esporas cilíndricas en nuestro material puede ser debida, según Watanabe (1977, 1979), a que los cultivos se encontraban en fase activa de crecimiento. Tschermak-Woess (1985) en sus estudios sobre *E. bilobata* Tschermak-Woess como ficobionte, describe este mismo comportamiento como consecuencia de la pérdida de contacto del alga con el hongo.

E. subsphaerica es una especie citada en suelos (Reisingl, 1964; Watanabe, 1977, 1979; Broady, 1984), paredes edificadas (Ortega-Calvo *et al.*, 1993), cortezas (Handa *et Nakano*, 1988) y como aerivagante (Leitao *et al.*, 1996).

Esta especie ha sido encontrada en Europa, Japón, Nueva Guinea y la Antártida. Para la Península Ibérica conocemos las referencias de Leitao *et al.* (1996) en Coimbra y Ortega-Calvo *et al.* (1993) en Toledo.

***Chlorolobion lunulatum* Hindák 1970**

Syn: *Keratococcus lunulatus* (Hindák) Hindák 1977

Las células pueden ser ovaladas o elípticas, más o menos rectas o un poco arqueadas y en este caso a veces ligeramente hinchadas hacia la zona central del margen ventral. Las células se encuentran aisladas o, sobre todo en los primeros estadios, formando pequeños grupos; libres u ocasionalmente fijadas al sustrato por un extremo mediante mucílago, miden $3-6 \times 12-19 \mu\text{m}$ y son de 3 a 5 veces más largas que anchas. Las células jóvenes presentan ápices variables, frecuentemente agudos y asimétricos y pueden tener un pequeño engrosamiento en la pared. En células maduras los ápices se vuelven redondeados, más o menos simétricos y desaparece el engrosamiento de la pared. El cloroplasto, que cubre aproximadamente toda la longitud de la célula y $2/3$ de su contorno, es parietal, de márgenes enteros en células jóvenes y ondulados o bilobados en células adultas; presenta un pirenoide incons-

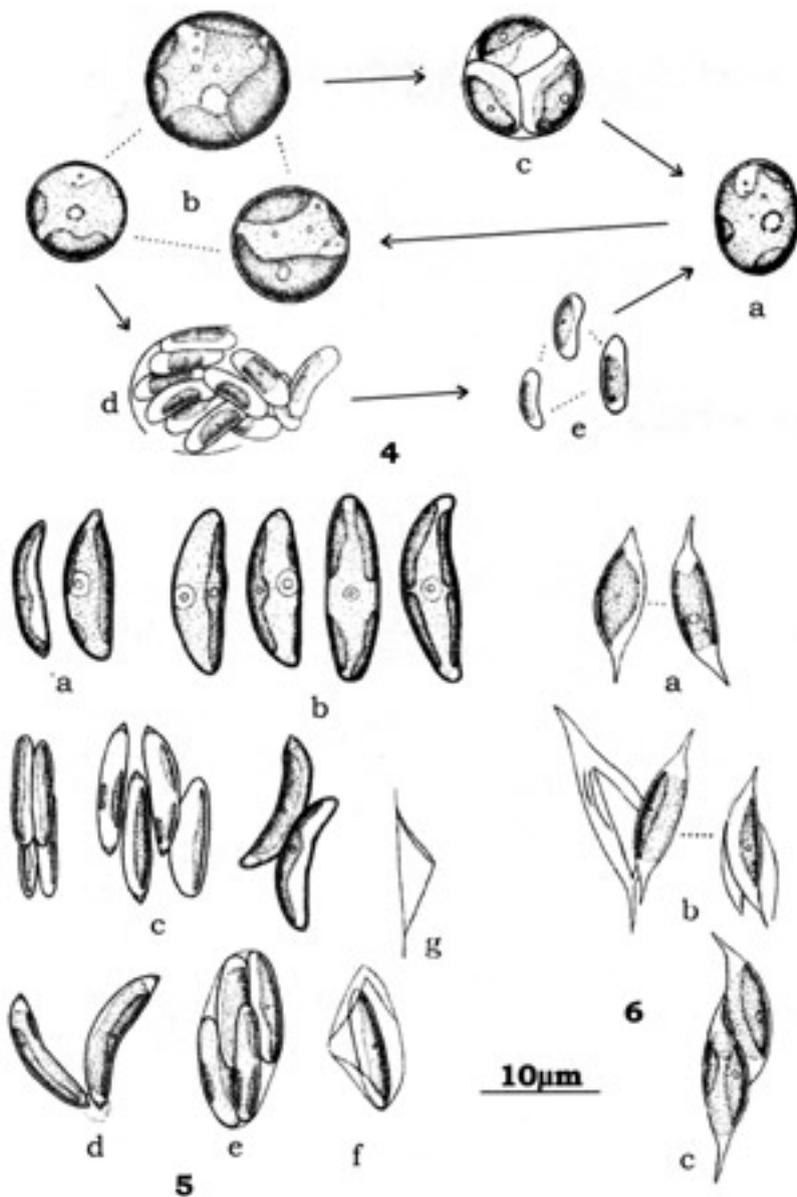


Figura 3.—4, *Elliptochloris subsphaerica*: a, b, células vegetativas adultas; c, d, esporocistes; c, esporociste con esporas ovaladas; d, esporociste con esporas cilíndricas; e, esporas cilíndricas. 5, *Chlorella lunulatum*: a, b, células vegetativas: a, células vegetativas jóvenes; b, células vegetativas adultas; c, grupos de células jóvenes; d, células sésiles; e, esporociste; f, liberación de una autóspora; g, autosporociste vacío. 6, *Keratococcus bicaudatus*: a, células vegetativas; b, liberación de autósporas; c, grupo de células.

picuo en posición lateral o en raras ocasiones, central. En el citoplasma se observa un núcleo conspicuo axial y, con el envejecimiento celular, numerosas gotas lipídicas. La reproducción se lleva a cabo mediante cuatro autósporas que se ordenan en dos series en el esporociste y salen al exterior a través de una fisura longitudinal de su pared. Las autósporas, de $2-2,5 \times 9-11 \mu\text{m}$, son cilíndricas o elipsoidales, a veces asimétricas, de ápices redondeados o ahusados y presentan un plasto parietal con un pirenoide. En ocasiones permanecen en grupos tras su liberación. En los cultivos se observan con frecuencia esporocistes vacíos. (Figura 3, 5)

Nuestro material se diferencia de la descripción original en: a) las células raras veces están fijadas al sustrato, b) algunas autósporas son cilíndricas, c) la esporulación se lleva a cabo por una fisura en la pared del esporociste y no por su gelatinización o desintegración.

Loc.: 25, 33.

Esta especie fue descrita en suelos de alta montaña (Hindák, 1970) y citada posteriormente en rocas rezumantes (Hindák 1984) y ambientes dulceacuícolas (Hindák, 1984; Cambra, 1987; Aboal, 1996).

C. lunulatum ha sido citada en Centro Europa (Hindák, 1970, 1984) y en la Península Ibérica, donde conocemos las referencias de Cambra (1987) en Tarragona y Aboal (1996) en Alicante.

Keratococcus bicaudatus (A. Braun) J.B. Petersen 1928

Syn.: *Dactylococcus bicaudatus* A. Braun in Rabenhorst 1868; *Keratococcus caudatus* Pascher 1915

Las células, de $3,7-5 \times 16,2-22,5 \mu\text{m}$ (relación L/A: 4,2-6,8), son fusiformes, rectas o arqueadas, ligeramente asimétricas y bruscamente atenuadas hacia los ápices que son largos, delgados, incoloros y acuminados, a veces curvados hacia la cara ventral de la célula y, en ocasiones, asimétricos. La pared celular es lisa e incolora. Cada célula tiene un plasto parietal con un pirenoide lateral o axial provisto de una cubierta de almidón continua. El plasto cubre, aproximadamente, $2/3$ del contorno celular y no llega nunca a ocupar sus ápices. La reproducción se lleva a cabo mediante 2 (raras veces 4) autósporas, originadas por divisiones oblicuas y liberadas a través de una fisura longitudinal de la pared de la célula madre. En ocasiones, las autósporas no se separan de forma inmediata tras la esporulación. (Figura 3, 6)

Loc.: 1, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 28, 29, 30, 32.

Autores como Fott y Komárek (1983) y Ettl y Gärtner (1995) señalan que la dehiscencia del esporociste tiene lugar mediante una fisura originada hacia uno de sus extremos y, como se refleja en la iconografía que aportan, es más o menos transversal u oblicua con respecto al eje longitudinal de la célula, que incluso llega a dividirse en dos partes desiguales. Sin embargo, en nuestros especímenes la

dehiscencia es claramente longitudinal y más o menos equidistante de los ápices del esporociste, único carácter que los diferencia de la descripción de la especie.

K. bicaudatus es una especie característica de suelos (Bristol, 1920; Puymaly, 1924; Petersen, 1928, 1932; James, 1935; Philipson, 1935; Fritsch *et* John, 1942; John, 1942; Lund, 1947; Akiyama, 1965; Broady, 1979; Merino *et al.*, 1994). También se conoce en rocas y muros húmedos (Komárek *et* Fott, 1983; Ettl *et* Gärtner, 1995).

Esta especie ha sido encontrada en el centro y norte de Europa, Inglaterra, Australia, Japón y la Antártida. En España conocemos las referencias de Avilés *et* González-Ramos (1981) para Madrid, Merino *et al.* (1994) para Tarragona y Noguerol-Seoane *et* Rifón-Lastra (1997) para la provincia de Ourense.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado con el proyecto XUGA 10304B93 C.I.C.E.T.G.A. (Xunta de Galicia).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOAL, M. (1996). Epipellic algal assemblages in irrigation channels from southeastern Spain. *Algolog. Studies* 82: 117-132.
- AKIYAMA, M. (1965). Some soil algae from Japan. *Bull. Shimane Univ., Nat. Sci.* 15: 96-117.
- ANDREEVA, V. M. (1975). *Rod Chlorella. Morfologija, sistematika, principy klassifikacii*. Leningrad.
- AVILÉS, J. & GONZÁLEZ-RAMOS, M. E. (1981). *Reconocimiento limnológico de embalses. Plancton y grado trófico*. Centro de Estudios Hidrográficos. Sección de Hidrología Forestal. Dirección General de Obras Hidráulicas. MOPU. Madrid. 6 pp.
- BISCHOFF, H. W. & BOLD, H. C. (1963). Some soil algae from Enchanted Rock and related algae species. *Phycol. Stud.* 6318: 1-95.
- BRISTOL, B. M. (1920). On the algal-flora of some desiccated English soils, an important factor in soil biology. *Ann. Bot.* 34: 35-80.
- BROADY, P. A. (1979). The terrestrial algae of Signy Island, South Orkney Islands. *Br. Antarct. Surv. Bull.* 98: 1-117.
- BROADY, P. A. (1984). Taxonomic and ecological investigations of algae on steam-warmed soil on Mt Erebus, Ross Island, Antarctica. *Phycologia* 23(3): 257-271.
- CABALLERO, S. (1929). Datos sobre la flora algológica de Guadalajara, I-III. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 29: 217-225, 261-280, 315-324.
- CAMBRA, J. (1987). Phycological notes: Green algae of a rainwater pool from Tarragona (NE of Spain). *Phytologia* 62(4): 303-307.
- CAMBRA, J. & HERNÁNDEZ-MARINÉ, M. C. (1989). Observaciones sobre las algas corticícolas del nordeste y sudeste de España. *Anales Jard. Bot. Madrid* 46(1): 115-126.
- COMAS GONZÁLEZ, A. (1996). *Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba*. Bibliotheca Phycologica. Band 99. J. Cramer. Berlín. 192 pp.
- ETTL, H. & GÄRTNER, G. (1995). *Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 721 pp.

- FOTT, B. & NOVÁKOVÁ, M. (1969). A monograph of the genus *Chlorella*. The fresh water species. In: FOTT, B. (Ed.). *Studies in Phycology*: 10-74. E. Schweizerbart'sche verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
- FRITSCH, F. E. & JOHN, R. P. (1942). An Ecological and Taxonomic Study of the Algae of British Soils. II. Consideration of the species observed. *Ann. Bot.*6(23): 370-395.
- GARCIA DE EMILIANI, M. O. (1973). Fitoplancton de la laguna del Vilá (Gerona). *Oecol. Aquat.* 1: 107-139.
- HANDA, S. & NAKANO, T. (1988). Some corticolous algae from Miyajima Island, western Japan. *Nova Hedwigia* 46(1-2): 165-186.
- HINDÁK, F. (1970). A contribution to the systematics of the family Ankistrodesmaceae (Chlorophyceae). *Algolog. Studies* 1: 7-32.
- HINDÁK, F. (1984). Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). III. *Treatises on Biology (Bratislava)* 30/1: 1-308.
- HUSS, V. A. R., HUSS, G. & KESSLER, E. (1989). Deoxyribonucleic acid reassociation and interspecies relationships of the genus *Chlorella* (Chlorophyceae). *Pl. Syst. Evol.* 168: 71-82.
- JAMES, E. J. (1935). An investigation of the algal growth in some naturally occurring soils. *Beihefte zum Bot. Centralbl.* 53(Pt. A): 519-553.
- JOHN, R. P. (1942). An ecological and taxonomic study of the algae of British soils. I. The distribution of the surface-growing algae. *Ann. Bot.* 6(22): 323-349.
- KESSLER, E. (1987). Separation of *Chlorella ellipsoidea* from *C. saccharophila* (Chlorophyceae): no growth on mannitol and cadmium sensitivity. *Pl. Syst. Evol.* 157: 247-251.
- KOMÁREK, J. & FOTT, B. (1983). *Das Phytoplankton des Süßwassers, 7(1). Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung Chlorococcales*. Schweizerbart'sch Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 1044 pp.
- LEITÃO, M. T.; SANTOS, M. F.; SÉRGIO, C.; ORMONDE, J. & CARVALHO, G. (1996). Plantas criptogâmicas na atmosfera de Coimbra, Portugal. *Anales Jard. Bot. Madrid* 54(1): 31-36.
- LUND, J. W. G. (1947). Observations on soil algae. II. Notes on groups other than Diatoms. *New Phytol.* 46: 35-60.
- MARGALEF, R. (1949). Materiales para una flora de las algas del NE de España. III, *Euchlorophyceae*. *Collect. Bot.* 2(2): 233-250.
- MERINO, V.; FERNÁNDEZ, M.; GARCÍA, J. & HERNÁNDEZ-MARINÉ, M. C. (1994). Distribución de la flora algal en el sabinar litoral de la Punta de la Móra (Tarragona). *Stud. Bot.* 13: 47-50.
- NAKANO, T.; HANDA, S. & TAKESHITA, S. (1991). Some corticolous algae from the Taishakuyô Gorge, western Japan. *Nova Hedwigia* 52(3-4): 427-451.
- NOGUEROL-SEOANE, A. & RIFÓN-LASTRA, A. (1997). Epilithic phycoflora on Monuments. A survey of San Esteban de Ribas de Sil Monastery (Ourense, NW Spain). *Cryptogamie, Algol.* 18(4): 351-361.
- ORTEGA-CALVO, J. J.; SÁNCHEZ-CASTILLO, P. M.; HERNANDEZ-MARINÉ, M.; SAIZ-JIMENEZ, C. (1993). Isolation and characterization of epilithic chlorophytes and cyanobacteria from two Spanish cathedrals (Salamanca and Toledo) - *Nova Hedwigia* 57(1-2): 239-253.
- PETERSEN, J. B. (1928). The aerial algae of Iceland. *The Botany of Iceland* 2: 325-447.
- PETERSEN, J. B. (1932). The algal vegetation of Hammer Bakker. *Bot. Tidskrift.* 42: 1-48.
- PHILIPSON, J. (1935). Some algae of Victorian Soils. *Proc. Roy. Soc. Victoria* 47(2): 262-287.
- PUNCOCHÁROVÁ, M. (1994). A taxonomic study of two *Chlorella* strains. *Arch. Protistenk.* 144: 237-247.

- PUYMALY, A. (1924). *Recherches sur les algues vertes aériennes*. Thés. Fac. Sci. Univ. de Paris, Ser. A. N.º 991, Bordeaux. 274pp.
- REISIGL, H. (1964). Zur Systematik und Ökologie alpiner Bodenalggen. *Österr. Botan. Zeitschrift* 111(4): 402-499.
- SCHLICHTING, H. E. Jr. (1975). Some subaerial algae from Ireland. *Br. Phycol. J.* 10: 257-261.
- SKUJA, H. (1948). Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. *Symb. bot. Upsal.*, Uppsala 9(3): 1-399.
- TAKEDA, H. (1991). Sugar composition of the cell wall and the taxonomy of *Chlorella* (Chlorophyceae). *J. Phycol.* 27: 224-232.
- TSCHERMAK-WOESS, E. (1985). *Elliptochloris bilobata* kein ganz seltener Phycobiont. *Herzogia* 7: 105-116.
- WATANABE, S. (1977). The genus *Chlorella* (Chlorococcales) from Japanese soils (2). *J. Jpn. Bot.* 52(5): 129-136.
- WATANABE, S. (1979). Green soil algae from Papua New Guinea. In: KUROKAWA, S. (Ed.), *Studies on Cryptogams of Papua New Guinea*: 87-102. Academia Scientific Book Inc., Tokyo.

Original recibido: 2 de Enero de 2001

Versión final recibida: 16 de Junio de 2001