

*Algunas Chroococcales nuevas o poco
citadas para la Península Ibérica:
Gloeocapsa aeruginosa Kützing,
Eucapsis terrestris Akiyama, Aphanocapsa
cf. rivularis (Carmichael) Rabenhorst
y Pseudocapsa dubia Ercegovic*

Ángela NOGUEROL-SEOANE & Ana RIFÓN-LASTRA

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

Resumen

NOGUEROL-SEOANE, A. & RIFÓN-LASTRA, A. 1999. Algunas Chroococcales nuevas o poco citadas para la Península Ibérica: *Gloeocapsa aeruginosa* Kützing, *Eucapsis terrestris* Akiyama, *Aphanocapsa* cf. *rivularis* (Carmichael) Rabenhorst y *Pseudocapsa dubia* Ercegovic. *Bot. Complutensis* 23: 91-98.

Se presentan en este trabajo tres *Chroococcales* (Cyanophyta): *Gloeocapsa aeruginosa* Kützing, *Eucapsis terrestris* Akiyama y *Aphanocapsa* cf. *rivularis* (Carmichael) Rabenhorst, como nuevas referencias para la Península Ibérica; y *Pseudocapsa dubia* Ercegovic, citada anteriormente en Murcia por Asencio y Aboal (1997). El material se recogió sobre paredes de granito de edificios de Galicia (N.O. España). El estudio se realizó mediante cultivos.

Palabras clave: Algas aéreas, Cyanophyta, Chroococcales, biodegradación edificios, Galicia, España.

Abstract

NOGUEROL-SEOANE, A. & RIFÓN-LASTRA, A. 1999. Some new or poor known Chroococcales in the Iberian Peninsula: *Gloeocapsa aeruginosa* Kützing, *Eucapsis terrestris* Akiyama, *Aphanocapsa* cf. *rivularis* (Carmichael) Rabenhorst y *Pseudocapsa dubia* Ercegovic. *Bot. Complutensis* 23: 91-98.

In the present paper, three *Chroococcales* (Cyanophyta) *Gloeocapsa aeruginosa* Kützing, *Eucapsis terrestris* Akiyama and *Aphanocapsa* cf. *rivularis* (Carmichael) Rabenhorst, new for the Iberian Peninsula are presented. Moreover, *Pseudocapsa dubia* Ercegovic, reported previously in Murcia by Asencio and Aboal (1997) is cited. All of them were found on the granite walls of buildings in Galicia (NW Spain) and have been studied in culture.

Key words: Aerial algae, Cyanophyta, Chroococcales, building biodeterioration, Galicia, Spain.

INTRODUCCIÓN

El interés que suscitó el estudio del biodeterioro de edificios históricos y otros bienes culturales, hizo que en esta última década se publicase un número apreciable de trabajos conducentes al conocimiento de los microorganismos que los colonizan y al efecto que éstos producen sobre el medio en el que se desarrollan. En las paredes edificadas se encuentra, además de hongos y bacterias, un contingente importante de algas que en muchos casos se evidencian por manchas coloreadas que en ocasiones llegan a tapizar la pared de forma casi continua. Los trabajos de ORTEGA-CALVO *et al.* (1993a), GÓMEZ-ALARCÓN *et al.* (1995), PANTAZIDOU & ROUSSOUMOSTAKAKI (1996) y MARTÍNEZ *et al.* (1997), entre otros, nos revelan que uno de los grupos de algas con mayor representación en paredes edificadas son cianofíceas pertenecientes a los órdenes *Chroococcales* y *Oscillatoriales*.

La mayor parte de los datos que figuran en la bibliografía proceden del estudio de las algas que se desarrollan sobre paredes de mármol (GIACONE *et al.*, 1976; ANAGNOSTIDIS *et al.*, 1983; BELL *et al.*, 1986), caliza (DUPY *et al.*, 1976; SAIZ-JIMENEZ *et al.*, 1990) y arenisca (GÓMEZ-ALARCÓN *et al.*, 1995; ORTEGA CALVO *et al.*, 1993b). Hasta los trabajos realizados recientemente por nosotros mismos (NOGUEROL-SEOANE & RIFÓN-LASTRA, 1996, 1997a, 1997b) no se había llevado a cabo ningún estudio exhaustivo de la ficoflora colonizadora de paredes graníticas.

En esta publicación se aportan los siguientes táxones de cianofíceas subaéreas nuevas citas para la Península Ibérica: *Gloeocapsa aeruginosa* Kützing, *Eucapsis terrestris* Akiyama, *Aphanocapsa cf. rivularis* (Carmichael) Rabenhorst y también se da la segunda cita de *Pseudocapsa dubia* Ercegovic, anteriormente encontrada en Murcia por ASENCIO y ABOAL (1997). Todas estas especies se recolectaron en paredes edificadas de naturaleza granítica y se estudiaron en cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material se recogió mediante raspado aséptico de pequeñas porciones de las paredes graníticas exteriores de los edificios, allí donde el crecimiento algal era aparente. Las muestras se tomaron por duplicado. Una de las partes se introdujo en tubos de plástico para ser utilizada en observaciones directas al microscopio óptico. La otra, se diseminó *in situ* en placas petri con medio nutritivo agarizado, con el objeto de realizar cultivos en el laboratorio y posteriores aislamientos. El medio de cultivo utilizado fue BBM (BISCHOFF & BOLD, 1963), en forma líquida y solidificado con agar al 0,6 %.

Los cultivos se mantuvieron en cámara a temperatura constante de 18 °C, fotoperíodo de 12/12 horas luz/oscuridad e intensidad luminosa de 1500 lux. Los dibujos se efectuaron con material procedente de cultivos unialgales en distintos intervalos de tiempo (entre 30 y 90 días a partir de su inoculación) con tubo de dibujo acoplado al microscopio.

Los edificios muestreados, fecha de recolección, coordenadas UTM y datos climáticos (CARBALLEIRA *et al.*, 1983) de cada localidad de muestreo figuran en la Tabla 1.

Tabla 1
Edificios muestreados, fecha de recolección, coordenadas UTM, clima (PAPADAKIS, 1966), temperatura y precipitación en las localidades de muestreo (CARBALLEIRA *et al.*, 1983).

Edif.	Fecha	UTM	Clima	T(°C)	TF(°C)	TC(°C)	P(mm)	Pm(mm)	PM(mm)
1	231194	29TPG0897	Med.Tem.	13,7	6,3 D	22,3 JI	1.494	24 JI	217 D
2	231194	29TNG9388	Med.Tem.	14,0	7,0 E	21,7 JI	772	11 JI	118 D
3	070495	29TNH5493	Med.Mar.	13,9	9,9 F	18,8 A	1.012	27 JI	136 E
4	111095	29TNG2599	Med.Mar.	15,2	10,0 E	19,1 J	1.600	31 JI	227 E
5	111095	29TNG2998	Med.Mar.	15,2	10,0 E	19,1 JI	1.600	31 JI	227 E
6	221195	29TPG1765	Med.Tem.	11,7	5,6 E	18,6 A	1.022	26 JI	140 D
7	141295	29TNG1263	Med.Mar.	14,9	10,2 E	20,0 JI	1.412	22 JI	190 E
8	141295	29TNG2955	Mar.Tem.	14,0	7,5 D	20,2 A	1.930	39 JI	278 E
9	020396	29TNH3647	Mar.Tem.	12,9	8,0 F	18,9 JI	1.288	20 JI	172 E
10	020396	29TNH3647	Mar.Tem.	12,9	8,0 F	18,9 JI	1.288	20 JI	172 E
11	120496	29TNG8567	Med.Tem.	10,5	4,3 E	17,8 A	1.038	6 JI	147 D
12	120496	29TNG8553	Med.Tem.	13,1	6,5 E	20,7 A	1.419	25 JI	188 D
13	180796	29TPG5454	Med.T.Fres.	8,4	2,7 D,E	16,6 JI	1.370	21 JI	190 F
14	180796	29TPG5571	Med.T.Fres.	8,4	2,7 D,E	16,6 JI	1.370	21 JI	190 F
15	280997	29TNH8610	Med.Tem.	11,1	5,1 D	18,2 JI	1.424	25 JI	206 E
16	181097	29TPJ3209	Mar.Tem.	12,5	8,0 E	18,1 A	1.345	31 JI	206 D
17	280398	29TNG4068	Med.Tem.	14,6	8,5 E	21,5 JI	1.485	29 JI	201 E
18	070598	29TNH1093	Med.Mar.	13,1	8,7 E	18,2 A	1.328	29 JI	174 E
19	070598	29TMH9773	Med.Mar.	12,7	8,5 F	18 A	1.798	48 JI	287 E
20	170798	29TNH6031	Tem.Cal.	12,9	6,7 F	21,2 JI	1.381	31 JI	182 N

Abreviaturas utilizadas: Edif.: edificio muestreado; 1: Monasterio de S. Estevo de Ribas de Sil (Nogueira de Ramuín, Ourense); 2: Catedral de Ourense; 3: Iglesia de Sta. María (Cambre, A Coruña); 4: Monasterio de S. Xoan (Poio, Pontevedra); 5: Iglesia de Sta. María (Pontevedra); 6: Catedral de Lugo; 7: Antigua Colexiata de Baiona (Baiona, Pontevedra); 8: Catedral de Tui (Tui, Pontevedra); 9: Convento de Sta. Clara (Santiago de Compostela, A Coruña); 10: Iglesia de Sta. María de Sar (Santiago de Compostela, A Coruña); 11: Monasterio de S. Benito (Celanova, Ourense); 12: Iglesia de Sta. Comba (Bande, Ourense); 13: Santuario de Nosa Señora das Hermidas (O Bolo, Ourense); 14: Iglesia de Sta. María (Viana do Bolo, Ourense); 15: Monasterio de Sta. María de Oseira (S. Cristobo de Cea, Ourense); 16: Catedral de Mondoñedo (Mondoñedo, Lugo); 17: Iglesia de S. Pedro de Angoares (Pontearcas, Pontevedra); 18: Iglesia de Santiago de Mens (Malpica, A Coruña); 19: Castelo de Vimianzo (Vimianzo, A Coruña); 20: Iglesia de S. Pedro de Ansemil (Silleda, Lugo); Med.Tem.: Mediterráneo Templado; Med.Mar.: Mediterráneo Marítimo; Mar.Tem.: Marítimo Templado; Med.T.Fres.: Mediterráneo Templado Fresco; Tem.Cal.: Templado Cálido; T: Temperatura media anual; TF: temperatura media del mes más frío; TC: temperatura media del mes más cálido; P: precipitación total anual; Pm: precipitación mínima; PM: precipitación máxima. E, F, J, JI, A, N, D: meses del año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Gloeocapsa aeruginosa Kützing

El talo, mucilaginoso y de color verde claro, está formado por colonias más o menos esféricas de hasta 35 µm de diámetro, formadas por grupos de 2 a 8 células

inmersas en un mucílago colonial hialino, delicado y no estratificado. Las células son esféricas, de 2,2-2,5 μm de diámetro sin vaina y 3-5 μm con vaina, de color verdeazulado pálido y contenido celular homogéneo. En general, las vainas individuales se aprecian con dificultad. A medida que envejecen, las células se vuelven de color oliváceo o amarillento, disminuyen en tamaño (1-1,5 μm) y pierden su forma esférica (Fig. 1: c, d, e).

Loc.: 5, 6, 8, 9, 10, 16

Según KOMÁREK y ANAGNOSTIDIS (1999) esta especie de la que se desconoce su distribución, se encuentra principalmente sobre rocas calcáreas húmedas y aunque fue citada en centro Europa y países tropicales, posiblemente sea cosmopolita.

Eucapsis terrestris Akiyama

Colonias microscópicas de 5,7-11 μm de ancho, formadas por 4-8 células que se disponen en paquetes cúbicos inmersos en un mucílago hialino, homogéneo y difluente, sólo apreciable al realizar una tinción con cualquiera de los colorantes habituales (tinta china, azul de metileno, etc.). Las células, de 2,6-3 μm de diámetro, son esféricas o ligeramente ovaladas antes de la división, de color verdeazulado pálido y protoplasto homogéneo (Fig. 1: b).

Loc.: 18, 15, 19, 20

La presencia de mucílago colonial y la ecología de nuestros especímenes, son caracteres diferenciales con respecto a la descripción del taxon. Nosotros hemos podido constatar que el mucílago sólo se puede apreciar si se realizan las tinciones pertinentes. Ya KOMÁREK y HINDAK (1989) pusieron en duda el carácter que alude a la ausencia de envueltas de gelatina que figura en la diagnosis. En la actualidad su presencia está confirmada (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1999).

En cuanto a la ecología, *E. terrestris* fue descrita por AKIYAMA (1965) en suelos volcánicos de Japón. Según KOMÁREK y HINDAK (1989), por sus caracteres morfológicos y ecología, este taxon presenta grandes similitudes con el material identificado por ANAGNOSTIDIS y ECONOMOU-AMILLI (1978) como *E. minor* (Skuja) Elenkin en suelos volcánicos de Grecia. Este último trabajo y la publicación original parecen ser, hasta la fecha, las únicas referencias de esta especie subaérea.

Aphanocapsa cf. *rivularis* (Carmichael) Rabenhorst

El talo, de color verdeazulado pálido, al principio de su desarrollo está formado por colonias redondeadas de 4-8 células y 4,5-6 μm de diámetro. Más tarde, cuando las colonias se agrandan (4,6-10 x 4-8,6 μm) aumenta el número de células

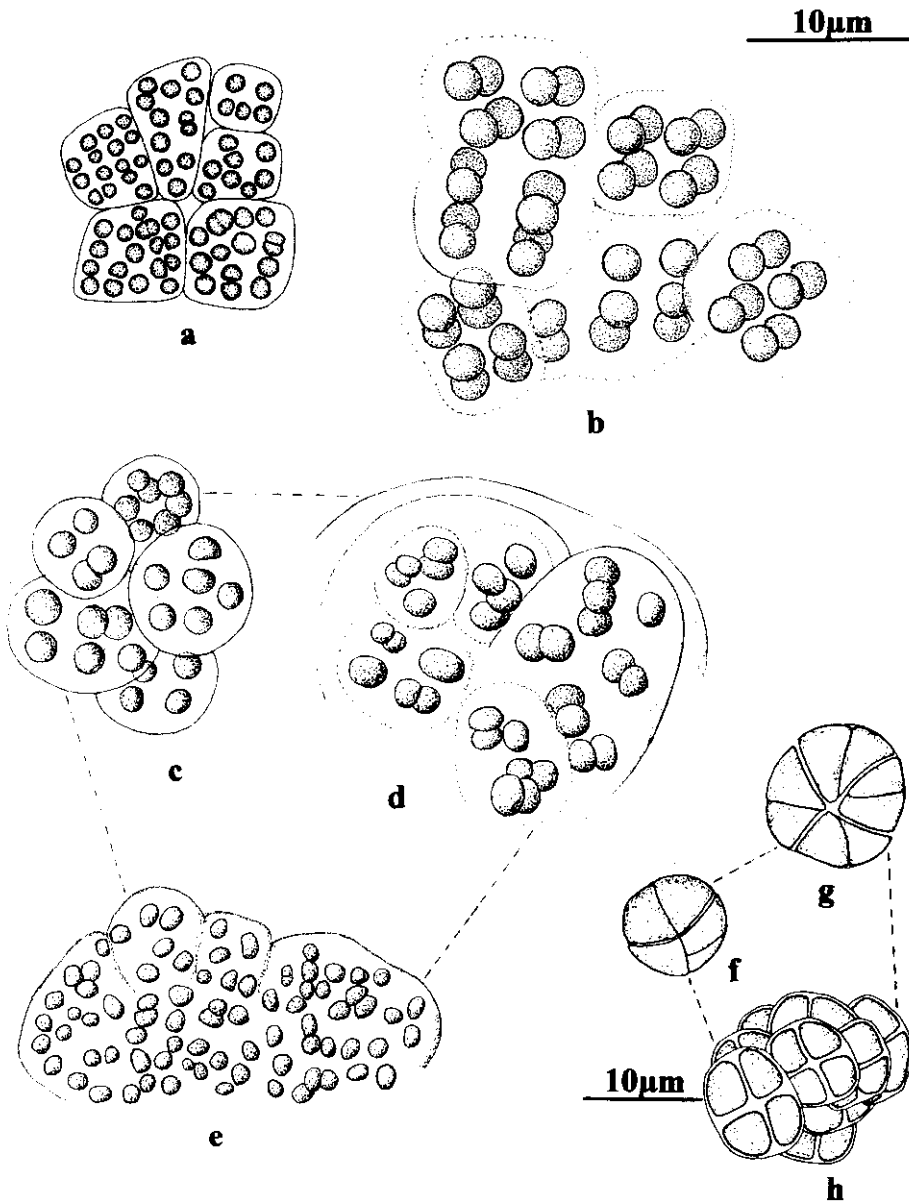


Figura 1.—a, *Aphanocapsa cf. rivularis*; b, *Eucapsis terrestris*; c-e, *Gloeocapsa aeruginosa*, c, colonias jóvenes, d, colonia adulta, e, colonia vieja; f-h, *Pseudocapsa dubia*, f-g, colonias jóvenes, h, colonias adultas.

(hasta 24 por colonia), ejercen presión unas sobre otras y adquieren contorno poligonal. Las células son esféricas, de 0,8-2 μm de diámetro, color verdeazulado pálido y dispuestas de forma irregular en un mucílago hialino, no estratificado y con límites definidos (Fig. 1: a).

Loc.: 13

Nuestros especímenes difieren de *A. rivularis* en la ecología, pues se describió como endolítica en rocas calcáreas y conchas de moluscos sumergidas en agua dulce y nosotros la encontramos bajo finas láminas de granito alterado. Sin embargo, en paredes graníticas de otros edificios de Galicia, se ha podido constatar la presencia anómala de sulfatos y carbonatos procedentes de conchas y yeso utilizadas en la elaboración de los morteros. Estos aniones, una vez disueltos por efecto del agua de lluvia, pueden penetrar en la roca o encontrarse en el agua de escurrimiento superficial (GUTIÁN OJEA *et al.*, 1985), lo que implica un enriquecimiento en nutrientes.

Pseudocapsa dubia Erczegovic

Colonias microscópicas más o menos esféricas, de 7,8-14,6 μm de diámetro, formadas por 2-10 células con envueltas hialinas de color amarillento o pardusco, inicialmente muy estrechas. Las células, con un diámetro de 4-6 μm , son verdeazuladas y de forma poligonal debido a su denso empaquetamiento. En los primeros estadios de crecimiento se puede observar su disposición radial; sin embargo, a medida que aumenta el número de células por colonia, esta disposición característica del género *Pseudocapsa* se observa con mayor dificultad y las colonias se asemejan a las descritas para el género *Gloeocapsopsis* (Fig. 1: f, g, h).

Loc.: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17

Los diferentes estadios de crecimiento que hemos podido apreciar se corresponden con la iconografía aportada por STARMACH (1936) para este taxon. Aunque *Pseudocapsa dubia* es una especie subaérea con una distribución restringida a rocas calcáreas (ANAGNOSTIDIS & PANTAZIDOU, 1991) de lugares sombríos (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1999), la influencia de los morteros alcalinos explica su presencia sobre granito.

El modo de reproducción y posición taxonómica de las especies del género *Pseudocapsa* ha sido objeto de discusión por parte de algunos autores. ABDELAHAD (1989) en sus estudios sobre *P. dubia* dice haber observado formación de nanocitos; mientras que otros autores como KOVÁCIK (1988) y ANAGNOSTIDIS y PANTAZIDOU (1991) al estudiar el crecimiento de *P. venkataramanii* Kovácik y *P. dubia*, respectivamente, sólo observan, al igual que nosotros, divisiones vegetativas radiales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Prf. Komárek sus valiosos comentarios y sugerencias y a D. Manuel López Castro su amable colaboración en los muestreos.

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELAHAD, N. 1989. On four *Myxosarcina*-like species (*Cyanophyta*) living in the Inferniglio cave (Italy). *Algol. Stud.* 54: 3-13.
- AKIYAMA, M. 1965. Some soil algae from Japan. *Bull. Shimane Univ., Nat. Sci.* 15: 96-117.
- ANAGNOSTIDIS, K. & ECONOMOU-AMILLI, A. 1978. Microorganisms from the volcano of Nea Kammeni island. *Thera and the Aegean World* 1: 707-723.
- ANAGNOSTIDIS, K., ECONOMOU-AMILLI, A. & ROUSSOUMUSTAKAKI, M. 1983. Epilithic and chasmolithic microflora (*Cyanophyta*, *Bacillariophyta*) from marbles of the Parthenon (Acropolis-Athens, Greece). *Nova Hedwigia* 38: 227-287.
- ANAGNOSTIDIS, K. & PANTAZIDOU, A. 1991. Marine and aerophytic *Cyanosarcina*, *Stanieria* and *Pseudocapsa* (*Chroococcales*) species from Hellas (Greece). *Algol. Stud.* 64: 141-157.
- ASENCIO, A. & ABOAL, M. 1997. Fragmenta Chorologica Occidentalia, Algae, 5694-5705. *Anales Jard. Bot. Madrid* 55(1): 137-138.
- BELL, R. A., ATHEY, P. V. & SOMMERFELD, M. R. 1986. Cryptoendolithic algal communities of the Colorado Plateau. *J. Phycol.* 22: 429-435.
- BISCHOFF, H. W. & BOLD, H. C. 1963. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species. *Phycol. Stud.* 6318: 1-95.
- CARBALLEIRA, A., DEVESA, C., RETUERTO, R., SANTILLAN, E. & UCIEDA, F. 1983. *Bioclimatología de Galicia*. Fundación Pedro Barrié de la Maza, Vigo.
- DUPY, P., TROTET, G. & GROSSIN, F. 1976. Protection des monuments contre les cyanophycées en milieu abrite et humide. IN R. ROSSI-MANARESSI (Ed.). *The conservation of Stone* 1: 205-219. Centro per la Conservazione delle Sculture all'Aperto, Bologna.
- GIACCONE G., EINALDI, M. L. V. & GIACCOBINI, C. 1976. Forme biologische delle alghe esistenti sulle sculture all'aperto. IN R. ROSSI-MANARESSI (Ed.). *The Conservation of Stone* 1: 245-256. Centro per la Conservazione delle Sculture all'Aperto, Bologna.
- GÓMEZ-ALARCÓN, G., MUÑOZ, M., ARIÑO, X. & ORTEGA-CALVO, J. J. 1995. Microbial communities in weathered sandstones: the case of Carrascosa del Campo church, Spain. *Sci. Total Environ.* 167: 249-254.
- GUTIÁN-OJEA, F., CASAL PORTO, M. & SILVA HERMO, B. 1985. Alteración de los monumentos graníticos en la provincia de La Coruña: datos preliminares. *Cuaderno Laboratorio Xeolóxico de Laxe (A Coruña)* 10: 389-409.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1999. *Cyanoprokaryota*. I Teil. Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Ettl, H.; Gartner, G.; Heyning, H. & Mollenhauer, D. (Eds). 19/1, 548pp.
- KOMÁREK, J. & HINDÁK, F. 1989. The genus *Eucapsis* (*Cyanophyta/Cyanobacteria*) in Czechoslovakia. *Acta Hydrobiol.* 31(1/2): 25-34.
- KOVÁČIK, L. 1988. Cell division in simple coccal cyanophytes. *Algol. Stud.* 50-53: 149-190.

- MARTINEZ, M. C. I., SEOANE, A. N. & ROMANI, J. R. V. 1997. Study of the deterioration of the ancient stone walls of San Antolín de Toques in Galicia, Spain, and the influence of the substitution of traditional lime mortars. *Fifth International Conference on Structural Studies, Repairs and Maintenance of Historical Buildings*: 221-231.
- NOGUEROL SEOANE, A. & RIFÓN LASTRA, A. B. 1996. Aportación al conocimiento de la flora epilítica en monumentos del N.O. de España. Estudio del Monasterio de Samos (Lugo). *Anales Jard. Bot. Madrid* 54(1): 37-42.
- NOGUEROL SEOANE, A. & RIFÓN LASTRA, A. 1997a. Epilithic phycoflora on Monuments. A survey of San Esteban de Ribas de Sil Monastery (Ourense, NW Spain). *Criptogamie, Algol.* 18(4): 351-361.
- NOGUEROL SEOANE, A. & RIFÓN LASTRA, A. 1997b. Epilithic ficoflora on two monuments of historic-artistic interest from Galicia (NW Spain). Degradation and conservation of granitic rocks in monuments. Protection and conservation of European cultural heritage. *European Commission* 5: 417-421.
- ORTEGA-CALVO, J. J., HERNANDEZ-MARINE, M. & SAINZ-JIMENEZ, C. 1993a. Cyanobacteria and algae on historic buildings and monuments. In K. L. GARG, N. GARG & K. G. MUKERJI (Eds.). *Recent Advances in Biodeterioration and Biodegradation* 1: 173-203, Calcutta.
- ORTEGA-CALVO, J. J., SÁNCHEZ CASTILLO, P. M., HERNÁNDEZ MARINÉ, M. & SÁIZ-JIMÉNEZ, C. 1993b. Isolation and characterization of epilithic chlorophytes and cyanobacteria from two Spanish cathedrals (Salamanca and Toledo). *Nova Hedwigia* 57(1-2): 239-253.
- PANTAZIDOU, A. & ROUSSOUMOSTAKAKI, M. 1996. Studies on Cyanophytes (*Cyanobacteria*) from stone monuments of Attica (Greece). *Algol. Stud.* 83: 457-458.
- PAPADAKIS, J. 1966. *Climates of the world and their agricultural potentialities*. PAPADAKIS, J. (Ed.). Buenos Aires, 352 pp.
- SAIZ-JIMENEZ, C., GARCÍA-ROWE, J. M., GARCÍA DEL CURA, M. A., ORTEGA-CALVO, J. J., ROEKENS, E. & VAN GRIEKEN, R. 1990. Endolithic cyanobacteria in Maastricht limestone. *Sci. Total Environ.* 94: 209-220.
- STARMACH, K. 1936. Zapiski Algologiczne. I-II. (Algologische Notizen. I-II). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 13(17): 23-37.

Recibido: 11 de Enero de 1999.

Aceptado: 21 de Junio de 1999.