

# CIANÓFITOS EN MEDIOS ALTERADOS POR LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL EN EL NOROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

por

MARÍA DEL CARMEN LÓPEZ-RODRÍGUEZ & JOSÉ LUIS PÉREZ-CIRERA\*

## Resumen

LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M.C. & J.L. PÉREZ-CIRERA (1996). Cianófitos en medios alterados por la contaminación industrial en el noroeste de la Península Ibérica. *Anales Jard. Bot. Madrid* 54: 43-49.

Se ha estudiado la flora bentónica marina de la localidad de Punta Placeres (ría de Pontevedra, noroeste de España), en cuyas proximidades desemboca el colector de aguas residuales provenientes del complejo industrial Ence-Elnosa, que fabrica, mayoritariamente, celulosa y clorosa. Se ha observado que, entre los diferentes grupos algales encontrados, una elevada proporción (el 25% del total de especies) corresponden a *Cyanophyta*, algunas de ellas citadas por primera vez para el noroeste peninsular.

Palabras clave: *Cyanophyta*, contaminación, Pontevedra, noroeste de la Península Ibérica.

## Abstract

LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M.C. & J.L. PÉREZ-CIRERA (1996). Cyanophyta in environments affected by industrial pollution in the north-western Iberian Peninsula. *Anales Jard. Bot. Madrid* 54: 43-49 (in Spanish).

The marine benthic flora was studied in the locality of Punta Placeres (ría of Pontevedra, north-west Spain). The outlet of sewage waters from the industrial complex Ence-Elnosa (mainly a paper mill and soda factory) is situated close to this locality. We observed that a high proportion (25% of the total species) belong to *Cyanophyta*. Some species are new records for the peninsular northwest.

Key words: *Cyanophyta*, pollution, Pontevedra, north-west Iberian Peninsula.

## INTRODUCCIÓN

Es evidente que la distribución de los organismos en la naturaleza, y en concreto en las algas, es el efecto combinado de sus tolerancias a los factores ambientales abióticos y a los factores bióticos. Las cianofíceas (además de las diatomeas coloniales y ectocarpáceas filamentosas) son abundantes en las cercanías de los colectores de aguas residuales urbanas. Estas algas presentan, en general, una gran su-

perficie respecto al volumen que ocupan, caracterizándose también por su elevada tasa de productividad (MURRAY & LITTLER, 1974; LITTLER & MURRAY, 1975), y tolerancia frente a las condiciones ambientales variables, siendo por tanto abundantes en comunidades bentónicas de zonas contaminadas (GRENAUER, 1957; MUNDA, 1967; GOLUBIC, 1970; MUNDA, 1974; KLAVESTAD, 1978; CORMACI & *al.*, 1985; GIACCONE, 1992).

En las cercanías de Punta Placeres (UTM

\* Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Santiago. E-15706 Santiago de Compostela (La Coruña).

29TNG2695) se ubica un único colector de aguas residuales procedentes del complejo industrial Ence-Elnosa, dedicado a la fabricación de celulosa y cloro-sosa. Las descargas de las aguas residuales aportan grandes cantidades de organoclorados, metales pesados y materia orgánica al medio marino. Estas condiciones ambientales se reflejan en una flora caracterizada por la abundancia de especies pioneras y oportunistas, tales como las cianofíceas, que por otro lado no suelen tenerse en cuenta en los estudios de flora bentónica marina.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado diversas recolecciones —a 7, 15, 35 y 200 m del colector— para la observación de la flora bentónica marina, en el período comprendido entre 1988 y 1991. El material era introducido en bolsas plásticas, previamente etiquetadas, y conservado en agua de mar con formol rebajado al 4%.

En *Cyanophyta* hay un amplio repertorio de nombres específicos, en gran parte sinónimos, debido a su gran plasticidad morfológica, lo que ha llevado a cierta confusión en la sistemática y taxonomía de este grupo. DROUET & DAILY (1948, 1952, 1956, 1957) y DROUET (1968, 1973, 1978, 1981) realizan una síntesis de clasificación en la que reducen a la sinonimia numerosos táxones descritos por otros autores, al comprobar que son manifestaciones o ecofenos de una única especie. Sin embargo, experimentos con cultivos realizados por Nielsen en 1973 y Stam & Holleman en 1975 (KAAS, 1985), han demostrado que algunas especies unidas por Drouet no eran idénticas. Por ese motivo, y de acuerdo con estos autores, se ha utilizado en el presente estudio la taxonomía clásica (más acorde con el hábitat preciso de las diferentes especies), aportando junto con las especies encontradas una información adicional sobre la morfología y el hábitat, resultando por lo tanto más precisas en la descripción fisionómica de la vegetación.

Los ejemplares han sido conservados en pliegos o bien en preparaciones semipermanentes con "karo", siendo depositados en el Herbario SANT-Algae de la Universidad de Santiago de Compostela.

#### RESULTADOS

Se han encontrado 48 especies de *Cyanophyta*, que representan el 25% del total de los táxones recolectados en la zona intermareal de Punta Placeres. Se señalan con un asterisco (\*) los que suponen novedad para dicha localidad, con dos asteriscos (\*\*) los que la son para la provincia de Pontevedra, con tres asteriscos (\*\*\*) las nuevas citas para Galicia, y con cuatro asteriscos la correspondiente para las costas peninsulares (\*\*\*\*). Los no señalados con ningún asterisco fueron citados con anterioridad, en la misma localidad, por NIELL & PAZO (1978).

#### CHROOCOCCALES

##### CHROOCOCCACEAE

- Aphanocapsa littoralis* Hansg.
- \*\*\* *Chlorogloea microcystoides* Geitler
- Chroococcus turgidus* (Kütz.) Nägeli
- \* *Gloeocapsa crepidinum* Thur.
- \* *Hyella caespitosa* Bornet & Flahault
- \* *Merismopedia glauca* (Ehrenb.) Nägeli
- \*\*\*\* *Microcrocis sabulicola* (Lagerh.) Geitler
- \*\*\* *Microcystis aeruginosa* Kütz.
- Microcystis litoralis* (Hansg.) Forti
- \*\*\* *Pleurocapsa fuliginosa* Hauck
- Pleurocapsa minuta* Geitler
- \*\*\* *Synechocystis salina* Wislouch

##### CHAMAESIPHONACEAE

- \* *Dermocarpa leibleniae* (Reinsch) Bornet & Thur.
- \*\*\* *Dermocarpa minima* Geitler
- \*\*\* *Dermocarpa olivacea* (Reinsch) Tilden
- Dermocarpa prasina* (Reinsch) Bornet & Thur.
- \* *Dermocarpa violacea* Crouan frat.
- \* *Xenococcus acervatus* Setchell & Gardner
- Xenococcus schousboei* Thur. in Bornet & Thur.

#### HORMOGONALES

##### OSCILLATORIAEAE

- Lyngbya aestuarii* (G. Mertens) Liebm. ex Gomont
- Lyngbya confervoides* C. Agardh
- \*\* *Lyngbya epiphytica* Hieron.
- Lyngbya infixa* Frémy
- Lyngbya majuscula* (Dillwyn) Harv. ex Gomont

*Lyngbya martensiana* Menegh. ex Gomont  
*Microcoleus chthonoplastes* Thur. ex Gomont

- \* *Microcoleus tenerrimus* Gomont
- \* *Oscillatoria brevis* Kütz.
- \*\*\* *Oscillatoria laetevirens* Oerst.
- \*\*\* *Oscillatoria limosa* (C. Agardh) Gomont
- \* *Oscillatoria tenuis* (C. Agardh) Gomont
- \*\* *Phormidium corium* (C. Agardh) Gomont
- \* *Phormidium fragile* Gomont
- \* *Phormidium subfuscum* (Kütz.) Gomont
- \*\* *Phormidium tenue* (Menegh.) Gomont
- \*\* *Plectonema battersii* Gomont
- \* *Spirulina major* Kütz.
- Spirulina subsalsa* Oerst.
- Spirulina subtilissima* Kütz.
- \*\*\* *Spirulina tenerrima* Kütz.

#### NOSTOCACEAE

- Calothrix confervicola* (Roth) C. Agardh ex Bornet & Thur.
- \* *Calothrix crustacea* Schousb. & Thur. ex Bornet & Flahault
- \*\* *Calothrix parasitica* (Chauv.) Kütz.
- \* *Calothrix parietina* (Nägeli) Thur.
- \*\*\* *Calothrix prolifera* Flahault
- \*\*\* *Calothrix pulvinata* C. Agardh ex Bornet & Flahault
- \* *Calothrix scopulorum* (Weber & Mohr) C. Agardh
- \*\* *Nostoc entophyllum* Bornet & Flahault
- \* *Rivularia atra* Roth

A continuación se describen aquellas especies que se consideran más interesantes, por hacerse referencia a su hábitat, comunidades en las que se integran, fenología y por citarse por primera vez para el noroeste peninsular.

#### CHROOCOCCACEAE

##### **Chlorogloea microcystoides** Geitler (fig. 1A)

Constituye colonias de 200 µm de diámetro, inmersas en una fina matriz con células de color verde pálido, ovales, de 2,4 a 5 µm de diámetro. Ha sido recolectada en el mes de noviembre, en el litoral inferior, como epífita de *Mastocarpus stellatus*. Es importante destacar de esta especie que, además de ser novedad para Galicia, es común en agua dulce, lo que confirma el gran aporte de aguas residuales del complejo industrial en la localidad muestreada. Esta especie es, probablemente, cosmopolita. SANT-Algae 3404.

##### **Microcrocis sabulicola** (Lagerheim) Geitler (fig. 1B)

Colonias monostromáticas de 56 µm de diámetro, con células irregulares (a veces poligonales) de 2 a 4 µm de diámetro, color verde brillante, inmersas en su conjunto en una fina matriz. Ha sido recolectada en el mes de mayo, en el litoral superior de un muro vertical, junto a *Gelidium pusillum* var. *pulvinatum*, *Rhizoclonium tortuosum* y *Chaetomorpha linum*. Drouet y Daily la citan en aguas salobres. Es nueva cita para Galicia. Distribución cosmopolita. GUILLERMES & CREMADES (1993) citan el género *Microcrocis* como novedad para las costas peninsulares; por tanto, *M. sabulicola* es nueva especie para la Península. SANT-Algae 3405.

##### **Synechocystis salina** Wislouch (fig. 1C)

Constituye colonias en las que sus células redondeadas (a veces ovaladas), de 2,4-3,2 µm de diámetro, no se encuentran inmersas en mucílago. Esta especie ha sido encontrada en el litoral superior (cerca del colector del complejo industrial), sobre el estrato basal rocoso de la comunidad de *Fucus spiralis*, en el mes de julio. No ha sido citada en Galicia y es probablemente cosmopolita. SANT-Algae 3410.

#### CHAMAESIPHONACEAE

##### **Dermocarpa olivacea** (Reinsch) Tilden (fig. 1D)

Presenta células cuneiformes de color violeta oscuro, de 6-8 × 12-17,5 µm, y endosporas esféricas de 2-3 µm de diámetro. Ha sido encontrada en el litoral superior, sobre *Enteromorpha prolifera*, en el mes de octubre. Constituye nueva cita para Galicia. Se distribuye por el Atlántico (Inglaterra, América del Norte) y Adriático. SANT-Algae 3411.

#### OSCILLATORIAEAE

##### **Lyngbya epiphytica** Hieronymus (fig. 1E)

Sus filamentos, de 1,5 µm de ancho, se presentan enrollados alrededor de otras algas tales como *Calothrix crustacea* y *Lyngbya con-*

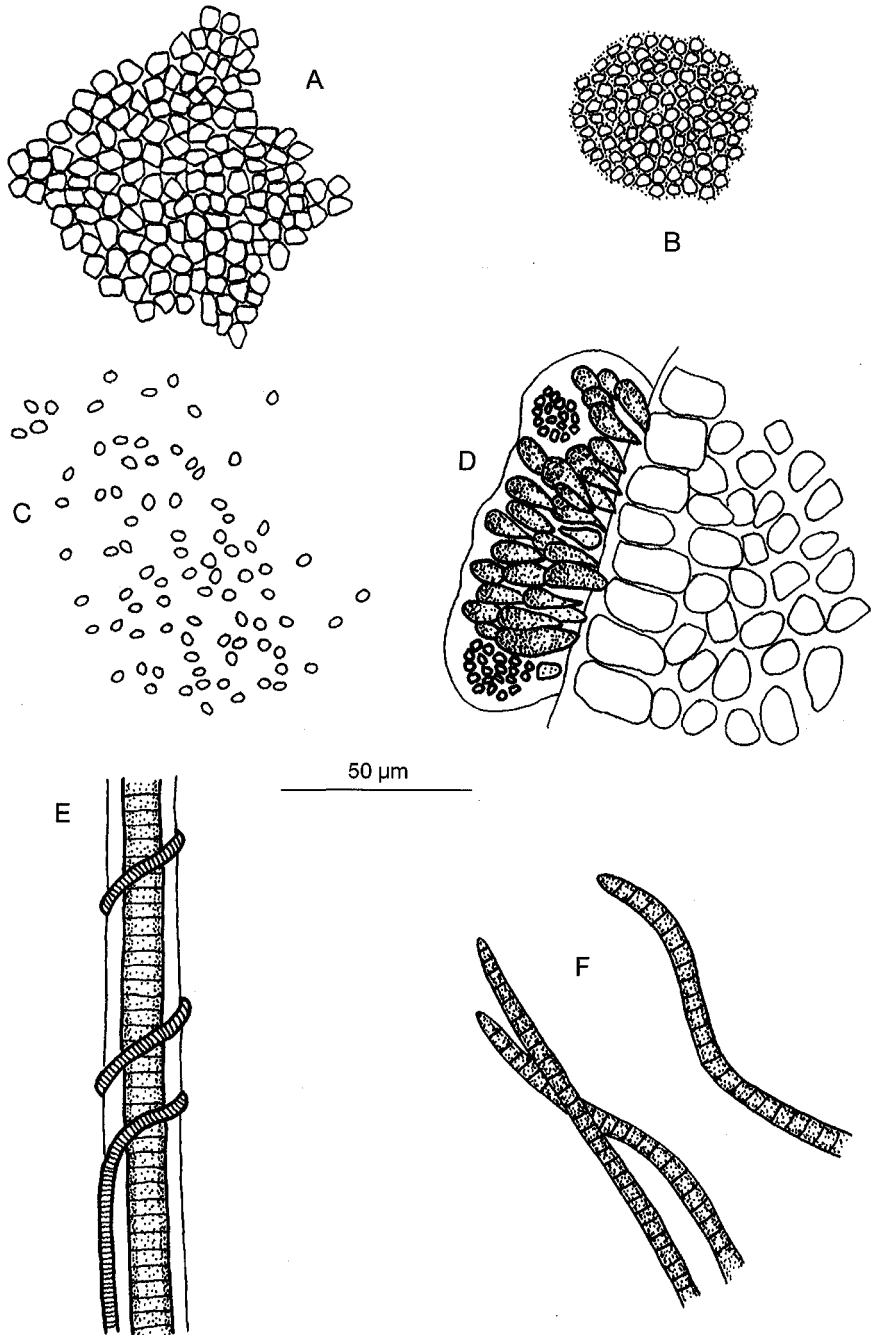


Fig. 1.—A, *Chlorogloea microcystoides*: detalle de una colonia; B, *Microcrocis sabulicola*: detalle de una colonia con algunas células poligonales; C, *Synechocystis salina*: colonia con células no inmersas en mucílago; D, *Dermocarpa olivacea*: colonia en la que dos de sus células han originado endosporas; E, *Lyngbya epiphytica*: filamento enrollado en *Calothrix* sp.; F, *Oscillatoria laetevirens*: tricoma con el ápice algo curvado.

*ferroides*. Ha sido recolectada en el litoral medio, en octubre. Es nueva cita para Pontevedra, siendo su distribución cosmopolita. SANT-Algae 3412.

#### **Oscillatoria laetevirens** Oerstedt (fig. 1F)

Presenta tricomas de 4  $\mu\text{m}$  de ancho, de color verde claro, brillante y ápices algo curvados. Ha sido recolectada en los meses de febrero y marzo, en el litoral superior, sobre sustrato rocoso y rocas con depósitos de fango, en la comunidad de *Blidingia minima* junto a otras cianofíceas como *Calothrix pulvinata*, *Chroococcus turgidus*, *Microcoleus tenerimus*, *Spirulina subsalsa* y *S. subtilissima*. No ha sido citada en Galicia. Su distribución es probablemente cosmopolita. SANT-Algae 3406.

#### **Oscillatoria limosa** (C. Agardh) Gomont (fig. 2A)

Colonias de color verde oscuro, brillante y consistencia gelatinosa, muy abundantes en una pared vertical y sombría con aporte casi continuo de agua dulce, en el litoral superior, aunque también se presenta, escasa, en el litoral medio. Tricomas de 12-13  $\mu\text{m}$  de ancho y color verde oscuro. Entre las poblaciones se encuentran, en alguna ocasión, *Phormidium* sp. y *Spirulina subtilissima*. Estas poblaciones son reemplazadas, casi totalmente, por *Rhodochorton purpureum* en el mes de noviembre. Se encuentra también sobre rocas con fango o rocas con arena, en el estrato basal de *Fucus spiralis*, *Blidingia minima* y *Pelvetia canaliculata*, y sobre *Chthamalus stellatus* junto a *Calothrix scopulorum*, *Spirulina subtilissima* y *Gloeocapsa* sp. Recolectada en los meses de abril, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Es nueva cita para Galicia y su distribución es cosmopolita. SANT-Algae 3302, 3209, 3210, 3260, 3258.

#### **Phormidium corium** (C. Agardh) Gomont

Presenta tricomas de 3 a 4,5  $\mu\text{m}$  de ancho. Ha sido recolectada en el litoral superior, cerca del desagüe del colector de las fábricas de celulosa y cloro-sosa, acompañada de *Spirulina tenerrima*, *Rhizoclonium tortuosum*, *Mo-*

*nostroma oxyspermum* y *Ulothrix implexa*. Se localiza también en zonas algo alejadas del colector, sobre sustrato rocoso y rocas con fango, formando costras junto con *Calothrix scopulorum* y *Vaucheria* sp. Ha sido encontrada en todos los meses del año, salvo en febrero y junio. Constituye nueva cita para la provincia de Pontevedra. Distribución cosmopolita. SANT-Algae 3237.

#### **Phormidium tenue** (Meneghini) Gomont (fig. 2B)

Tricomas de color verde pálido y células rectangulares de 4-3,2  $\mu\text{m}$  de largo por 1,2  $\mu\text{m}$  de ancho. Aunque este género presenta vainas muy finas, en nuestro caso no han podido ser observadas. Recolectada en febrero, marzo, y de agosto a diciembre, en el litoral superior sobre rocas cubiertas de fango y epífita de *Fucus spiralis* y *Monostroma oxyspermum* (junto al colector de aguas residuales), así como a unos 200 m del mismo, en la comunidad de *Porphyra linearis*. Nueva cita para la provincia de Pontevedra. Distribución cosmopolita. SANT-Algae 3403.

#### **Plectonema battersii** Gomont (fig. 2C)

Filamentos de 2,5 a 3  $\mu\text{m}$  de ancho, color verde pálido y falsas ramificaciones. Ha sido encontrada en el litoral superior, sobre sustrato rocoso, rocas con depósito de fango, epífita de *Monostroma oxyspermum*, *Fucus spiralis* y *Blidingia minima*, y también en la comunidad de *Pelvetia canaliculata*, sobre la que forma costras que se desprenden fácilmente, junto a *Calothrix scopulorum*, *Aphanocapsa littoralis* y *Chroococcus turgidus*. Ha sido recolectada en junio, diciembre y enero. Constituye nueva cita para Pontevedra. Se distribuye por el Atlántico oriental (de Escandinavia a Portugal), Atlántico occidental (Norteamérica) y Mediterráneo. Probablemente cosmopolita. SANT-Algae: 3408.

#### **Spirulina tenerrima** Kützing

Debido al pequeño tamaño de sus filamentos (0,4  $\mu\text{m}$  de ancho) ha sido incluida entre las bacterias, por Drouet. Localizada en el litoral superior, junto al colector de aguas resi-

duales, se presenta sobre sustrato rocoso y rocas con depósito de fango, en la comunidad de *Monostroma oxyspermum*, con *Phormidium tenue*, y en la comunidad de *Vaucheria* sp. acompañada de *Oscillatoria limosa*,

*Lyngbya majuscula* y *Calothrix pulvinata*. Ha sido recolectada en los meses de enero, octubre y noviembre. Nueva cita para Galicia. Probablemente cosmopolita. SANT-ALGAE 4847.

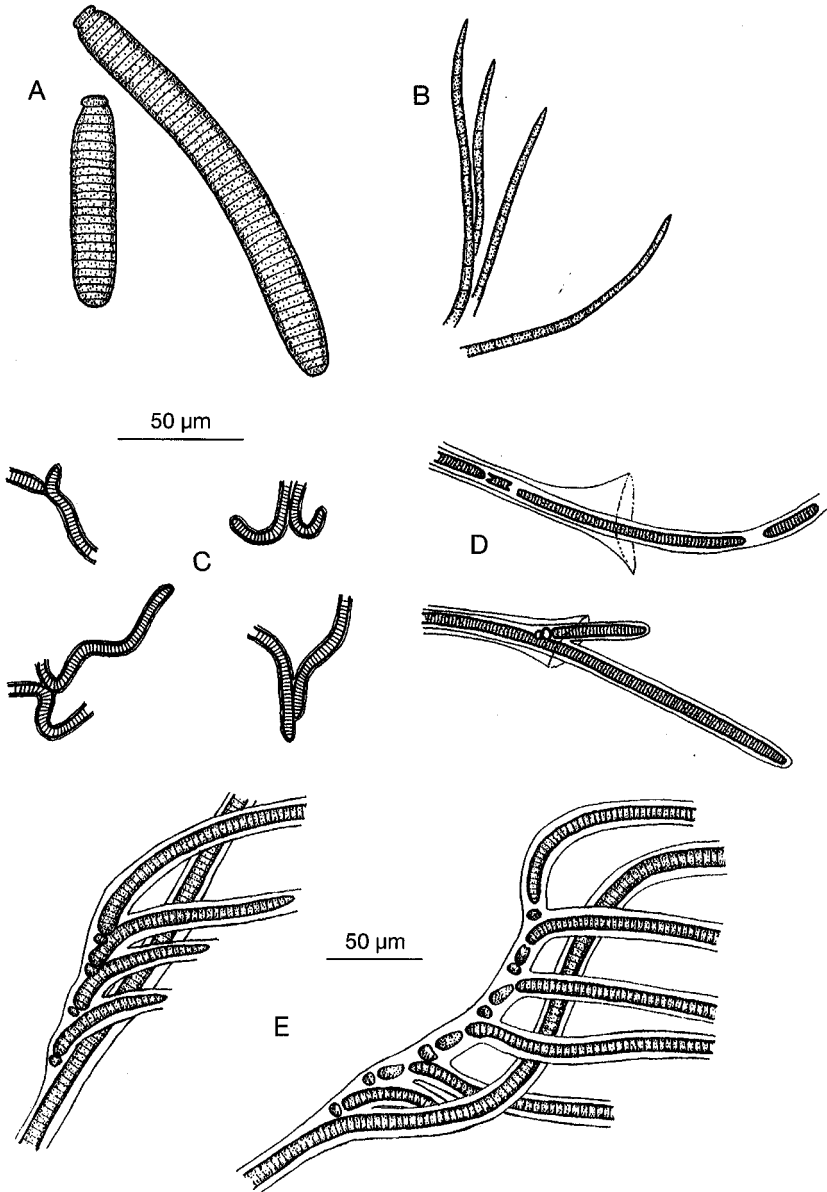


Fig. 2.—A, *Oscillatoria limosa*: detalle de dos tricomas; B, *Phormidium tenue*, detalle de tricomas; C, *Plectonema battersii*: se observan falsas ramificaciones; D, *Calothrix pulvinata*: tricomas rodeados de dos vainas; E, *Calothrix prolifera*: detalle de varios filamentos.

## NOSTOCACEAE

**Calothrix prolifera** Flahault (fig. 2E)

Filamentos de 12-14 µm y tricomas de 7-8 µm de ancho y color verde, con uno o dos heterocistes basales, estando ausentes los intercalares. Se encuentra en el litoral superior formando costras sobre el sustrato rocoso, en la comunidad de *Porphyra linearis* junto a *Bangia atropurpurea*, *Microcoleus tenerrimus* y *Microcystis litoralis*. Ha sido recolectada en el mes de febrero. Nueva cita para Galicia. Probablemente cosmopolita. SANT-Algae 3413.

**Calothrix pulvinata** C. Agardh ex Bornet et Flahault (fig. 2D)

Colonias constituidas por numerosos filamentos de 20 a 24 µm de anchura, siendo la de los tricomas de 8,8 µm. Los tricomas, de color verde, están rodeados por una a tres vainas de color pardo claro. Ha sido encontrada en el litoral superior, formando costras sobre sustrato rocoso, en rocas con depósitos de fango y sobre *Chthamalus stellatus*, junto a *Monostroma oxyspermum*, *Oscillatoria limosa*, *Microcoleus tenerrimus*, *Derbesia tenuissima* y *Spirulina tenerrima*, así como en el estrato basal de *Fucus spiralis*. Recolectada en los meses de febrero, junio, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Nueva cita para Galicia. Distribución cosmopolita. SANT-Algae 3019, 3056, 3278.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la doctora Ángela Nogueroel Seoane la revisión de los ejemplares y sus indicaciones sobre el manuscrito. A los conservadores del Museo de Historia Natural de Londres, el haber podido consultar las colecciones de cianófitos, entre las que se encuentra la de Batters, con unas tres mil seiscientas preparaciones permanentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORMACI, M., G. FURNARI, G. GIACCONI, P. COLONNA & A.M. MANNINO (1985). Metodo sinecologico per la valutazione degli apporti inquinanti nella rada di Augus-

ta (Siracusa). *Boll. Ac. Gioenia Sci. Nat. Catania* 14(326): 829-850.

DROUET, F. (1968). Revision of the Classification of the Oscillatoriaceae. *Acad. Nat. Sci. Philadelphia Monogr.* 15.

DROUET, F. (1973). *Revision of the Nostocaceae with Cylindrical Trichomes (Formerly Scytonemataceae and Rivulariaceae)*. New York.

DROUET, F. (1978). Revision of the Nostocaceae with constricted trichomes. *Beih. Nova Hedwigia* 57.

DROUET, F. (1981). Revision of the Stigonemataceae with a Summary of the Classification of the Blue-green Algae. *Beih. Nova Hedwigia* 66.

DROUET, F. & W.A. DAILY (1948). Nomenclatural Transfers among Coccoid Algae. *Lloydia* 11: 77-79.

DROUET, F. & W.A. DAILY (1952). A synopsis of the Coccoid Myxophyceae. *Butler Univ. Bot. Stud.* 10: 220-223.

DROUET, F. & W.A. DAILY (1956). Revision of the Coccoid Myxophyceae. *Butler Univ. Bot. Stud.* 12: 1-128.

DROUET, F. & W.A. DAILY (1957). Revision of the Coccoid Myxophyceae; additions and corrections. *Trans. Amer. Microscop. Soc.* 76: 219-222.

GIACCONI, G. (1992). Nematotalli algali mucilaginosi sulle coste della Sicilia e delle sue isole minori. *Boll. Ac. Gioenia Sci. Nat. Catania* 25(339): 325-335.

GOLUBIC, S. (1970). Effect of organic pollution on benthic communities. *Mar. Pollut. Bull.* 1: 56-57.

GREINER, B. (1957). Algological observations from the polluted area of the Oslofjord. *Nytt Mag. Bot.* 5: 41-60.

GUILLERMES, I. & J. CREMADES (1993). Algunas algas interesantes de las comunidades del "fouling" del puerto de Vigo (Galicia, España). *Anales Jard. Bot. Madrid* 51(1): 142-145.

KAAS, H. (1985). Algal studies of the Danish Wadden Sea III. Blue-green algae in tidal flat sediments (sand flats and lower salt marsh) at Rejsby; taxonomy and ecology. *Opera Bot.* 79: 38-61.

KLAVESTAD, N. (1978). The marine algae of the polluted Inner Part of the Oslofjord. *Bot. Mar.* 21: 71-97.

LITTLER, M.M. & S.N. MURRAY (1975). Impact of sewage on the distribution, abundance and community structure of rocky intertidal macro-organisms. *Mar. Biol.* 30: 277-291.

MUNDA, I.M. (1967). Observations on the benthic marine algae in a land-locked fjord (Nordavatnet) near Bergen, western Norway. *Nova Hedwigia* 14: 519-548.

MUNDA, I.M. (1974). Changes and succession in the benthic algal associations of slightly polluted habitats. *Rev. Int. Océanogr. Méd.* 34: 37-52.

MURRAY, S.N. & M.M. LITTLER (1974). Analyses of standing stock and community structure of macro-organisms. Section 3. Primary Production of Macrophytes Section 5. In: *Biological features of intertidal communities near the U.S. Navy sewage outfall, Wilson Cove, San Clemente Island, California*, ed. S.N. Murray & M.M. Littler, 85 pp. U.S. Navy NUC. TP 396.

NIELL, F.X. & J.P. PAZÓ (1978). Incidencia de vertidos industriales en la estructura de poblaciones intermareales. II. Distribución de la biomasa y de la diversidad específica de comunidades de macrófitos de facies rocosa. *Invest. Pesq.* 42(2): 213-239.