

Diferenciación morfológica y anatómica entre *Lithothamnion corallioides* y *Phymatolithon calcareum* (Corallinales, Rhodophyta) en dos bancos de maërl de la Ría de Arousa (N.O. Península Ibérica)

Viviana Peña & Ignacio Bárbara

Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Coruña, Campus de A Zapateira s/n, 15071 La Coruña, España.

Resumen

Correspondencia

V. Peña

Tel: 981167000-2236

Fax: 981167065

E-mail: vivianaf@udc.es

Recibido: 8 marzo 2004

Aceptado: 27 abril 2004

Se realiza un estudio comparado morfológico y anatómico mediante microscopía óptica y electrónica de barrido entre *Lithothamnion corallioides* (P Crouan & H Crouan) P Crouan & H Crouan y *Phymatolithon calcareum* (Pallas) Adey & McKibbin procedentes de dos bancos de maërl de la Ría de Arousa (N.O. Península Ibérica), con el objeto de buscar caracteres identificativos de fácil y rápida observación macroscópica que faciliten la separación entre ambas especies en los actuales estudios que se llevan a cabo para la delimitación de bancos de maerl en la costa de Galicia. Se ha podido constatar que es factible identificar *L. corallioides* en base a la existencia de ramas delgadas y cilíndricas inferiores a 1,8 mm, mientras que *P. calcareum* se puede identificar en base al desarrollo de ramas gruesas con ápices comprimidos y diámetro superior a 1,5 mm. Para ambas especies, se han observado conceptáculos de tetrasporocistes siendo éstos la segunda referencia para Galicia. Sin embargo, las dimensiones de los tetrasporocistes del material gallego no coinciden con las aportadas por algunos autores.

Palabras clave: *Lithothamnion corallioides*, *Phymatolithon calcareum*, Maërl, Corallinales, Ría de Arousa, Galicia, N.O. Península Ibérica.

Abstract

Anatomical and morphological differentiation between Lithothamnion corallioides and Phymatolithon calcareum (Corallinales, Rhodophyta) from two maërl beds of the Ría de Arousa (NW Iberian Peninsula).

An anatomical and morphological comparative study between *Lithothamnion corallioides* (P Crouan & H Crouan) P Crouan & H Crouan and *Phymatolithon calcareum* (Pallas) Adey & McKibbin from two maërl beds of Ría de Arousa (NW Iberian Peninsula) is carried out using optical and scanning electron microscopy. The aim involves the search of clear and effective morphological features which help us with the identification of both species in the current studies about the location of maërl beds along Galician coast. According to literature, we confirm that it is feasible the identification of *L. corallioides* due to the development of terete and thin branches whose thickness is less than 1,8 mm; whereas the branches of *Phymatolithon calcareum* are thick,

about 1,5 mm of diameter with compressed tips. Tetrasporangial conceptacles were detected in both species which represents the second observation for Galicia. However the tetrasporangial measures of Galician maërl are different from those pointed out by some authors.

Key words: *Lithothamnion corallioides*, *Phymatolithon calcareum*, Maërl, Corallinales, Ría de Arousa, Galicia, NW Iberian Peninsula.

Introducción

El maërl es una formación vegetal marina constituida por la acumulación de algas rojas calcáreas de vida libre y lento crecimiento. Estas algas presentan un alto valor ecológico —si se tiene en cuenta la gran diversidad de organismos que alberga— a lo que hay que sumar el confinamiento, escasez y vulnerabilidad de este tipo de hábitats. De ahí que *Lithothamnion corallioides* y *Phymatolithon calcareum*, las dos especies más características de los fondos de maërl, estén contempladas en la Red Natura 2000 de la Directiva Hábitat y se consideren especies de interés comunitario que requieren una protección estricta. Este hecho viene refrendado por el elevado número de estudios que ponen de relevancia la enorme diversidad florística y faunística asociada a estas comunidades infralitorales en las costas europeas (Cabioch 1974, 1997, Bosence 1976, Blunden et al. 1977, Ballesteros 1989, Hily et al. 1992, Hall-Spencer 1995, Grall & Glémarec 1997, Birkett et al. 1998, De Grave et al. 2000, Mannino et al. 2002, Bordehore et al. 2003).

En el noroeste de la Península Ibérica los bancos de maërl están constituidos por *Lithothamnion corallioides* y *Phymatolithon calcareum*, dos coralináceas arbusculares no geniculadas de gran similitud morfológica. *L. corallioides* y *P. calcareum* se encuentran juntas —formando depósitos mixtos con cascajo y/o grava— en fondos infralitorales euhalinos de moderada a fuerte corriente e hidrodinamismo medio. En las costas gallegas ambas especies han sido citadas en las Rías Baixas por diversos autores entre los que destacan Miranda (1934), Seoane-Camba (1957), Seoane-Camba & Campo Sancho (1968), Donze (1968), Adey & McKibbin (1970), Niell (1970), Otero-Schmitt & Pérez-Cirera (2002), Barberá et al. (2003) y Bárbara et al. (2004).

Lithothamnion corallioides y *Phymatolithon calcareum* han sido estudiadas por Cabioch (1966), Adey & McKibbin (1970), Adey & Adey (1973), Cabioch & Giraud (1978), Afonso-Carrillo & Gil-Rodríguez (1982), Irvine & Chamberlain (1994) y Mendoza & Cabioch (1998), quienes prestan especial atención a los caracteres microscópicos. Sin embargo, para los

actuales estudios que estamos realizando para la localización y estudio de la epiflora asociada a las comunidades de maërl de Galicia, se hace necesaria una delimitación rápida y más operativa de ambas especies en el proceso de identificación y triado de muestras, así como en la estima de abundancia relativa de ambas especies en los bancos de maërl. Como objetivo del presente trabajo nos hemos planteado realizar un estudio comparado entre *L. corallioides* y *P. calcareum* de dos bancos de maërl de la Ría de Arousa con el fin de establecer los elementos de diagnóstico más operativos en la delimitación específica. Con objeto de buscar la relación existente entre la morfología y la anatomía, se verificaron los caracteres morfológicos y anatómicos más representativos de cada especie en base al estudio comparado del material gallego con las descripciones contenidas en la bibliografía.

Material y Métodos

El material de estudio fue recolectado en 1995, 1997, 1999 y 2003, mediante escafandra autónoma de buceo en dos bancos de maërl de la Ría de Arousa (Fig. 1). Uno de ellos está localizado en el Faro de Piedra Seca (UTM 29TNH069117), en la zona central de la Ría y a una profundidad de entre 17-20 metros. El segundo banco se encuentra en la Isla Erbosa (UTM 29TNH002048), perteneciente al Archipiélago de la Isla de Sálvora, en la parte externa de la Ría y a una profundidad de 5 y a 15 metros.

Las muestras fueron conservadas en agua de mar formolada al 4% y se mantuvieron en oscuridad a 4° C. Posteriormente se seleccionaron ejemplares que morfológicamente pudieran ser asignables a *Lithothamnion corallioides* o bien a *Phymatolithon calcareum*. A este respecto se ha tenido en consideración la separación morfológica entre ambas especies contenida en Cabioch (1966), Adey & McKibbin (1970), Adey & Adey (1973) e Irvine & Chamberlain (1994). De este modo, los individuos de ramas gruesas (diámetro superior a 1,5 mm) y con ápices comprimidos fueron asignados como *P. calcareum*, mientras que los individuos de ramas delgadas (diámetro inferior a 1,5 mm) y ápices cilíndricos fueron incluidos en *L.*



Figura 1. Situación geográfica del área de estudio (Ría de Arousa) en el noroeste de la Península Ibérica. 1: banco de maërl del Faro de Piedra Seca, 2: banco de maërl de Isla Erbosa.

Figure 1. Geographical location of the study area (Ría de Arousa) in the Northwestern of Iberian Peninsula. 1: Faro de Piedra Seca maërl bed, 2: Isla Erbosa maërl bed.

corallioides. Se estudiaron intensivamente 24 individuos, con un reparto de 7 de *L. corallioides* y 17 piezas de *P. calcareum*.

Las observaciones anatómicas se realizaron en el epitilo y peritilo, ya que son las estructuras más representativas para diferenciar ambas especies (Adey & McKibbin 1970). Para el estudio al microscopio óptico, se elaboraron preparaciones en gelatina a partir de material seleccionado previamente descalcificado en ácido acético diluído al 50% en agua destilada, según la metodología descrita en Pérez-Cirera et al. (1989) y Cremades et al. (1997). Las observaciones al microscopio electrónico de barrido se realizaron desde 750 a 2700 aumentos, utilizando fragmentos de ramas previamente seleccionadas que fueron tratadas siguiendo el protocolo habitual de estudios de microscopía electrónica.

Resultados y discusión

Morfológicamente, *Lithothamnion corallioides* presenta generalmente ramas delgadas, cilíndricas con un diámetro inferior a 1,5-1,7 mm (Fig. 2b) mientras que las ramas de *Phymatolithon calcareum* son grue-

sas, con ápices comprimidos, y diámetro superior a 1,5 mm (Fig. 3a, 3b). Se han observado ramas gruesas de *L. corallioides* (Fig. 2a) en algunos individuos decolorados y previsiblemente muertos en el momento de la recolección —por enterramiento en el sedimento— y que han sufrido posiblemente modificaciones morfológicas por erosión o choque contra otros materiales. En este último caso el diámetro de las ramas superaba los 1,5 mm de grosor; de ahí que estimemos conveniente mantener la propuesta de Cabioch (1966) acerca de establecer 1,8 mm como diámetro máximo para las ramas de *L. corallioides*.

Anatómicamente, en el epitilo de *L. corallioides* destacan células generalmente apicales (Fig. 2c), 2-4 veces más anchas que altas (4-6 μm de diámetro x 1-3 μm de altura) frente a las células en domo de *P. calcareum* (Fig. 3c,d), 1,5 veces más anchas que altas (3-6 μm de diámetro x 3-4 μm de altura). En el peritilo, *L. corallioides* presenta células fusiformes (5-10 μm de longitud y 5-10 μm de diámetro) con sinapsis primarias que abarcan casi la totalidad de la pared celular de células contiguas (Fig. 2d). En cambio, *P. calcareum* tiene células peritalinas elípticas, 1-2 veces más largas que anchas (6-10 μm de longitud x 5-6 μm de diámetro) con sinapsis primarias desarrolladas, únicamente, en el centro de la pared celular de las células contiguas (Fig. 3e,f). Sin embargo, ambas especies coinciden en el desarrollo de abundantes fusiones celulares y en la ausencia de sinapsis secundarias (Fig. 2e,f, 3e,f).

Desde el punto de vista reproductivo, los tetrasporocistes de *L. corallioides* han sido observados en muy pocas ocasiones (Adey & McKibbin 1970, Bressan 1973-74, Afonso-Carrillo & Gil-Rodríguez 1982). En Galicia es la segunda vez que son observados los conceptáculos de tetrasporocistes con posterioridad a Adey & McKibbin (1970). Los tetrasporocistes —encontrados en noviembre de 2003 en el material de Isla Erbosa— son zonados (Fig. 2g,h), alargados y 3,5 veces más largos que anchos; de 103-109 μm de longitud x 31-34 μm de diámetro, frente a 96 μm x 19-27 μm indicados por Adey & McKibbin (1970) y los 78-86 μm x 21-26 μm señalados por Irvine & Chamberlain (1994). Al igual que sucede en *L. corallioides*, los conceptáculos de tetrasporocistes de *P. calcareum* han sido observados en pocas ocasiones (Adey & McKibbin 1970) y en Galicia es la segunda vez que son observados. Los tetrasporocistes —encontrados en noviembre de 2003 en el material de Isla Erbosa— son zonados, cortos (Fig. 3g, 3h), 1,5 veces más largos que anchos, de 50-55 μm de longitud x 37 μm de diámetro frente a 53-69 μm x 23-34 μm (Adey & McKibbin 1970) y 90-125 μm x 49-73 μm (Irvine & Chamberlain 1994). Sin embargo, las me-

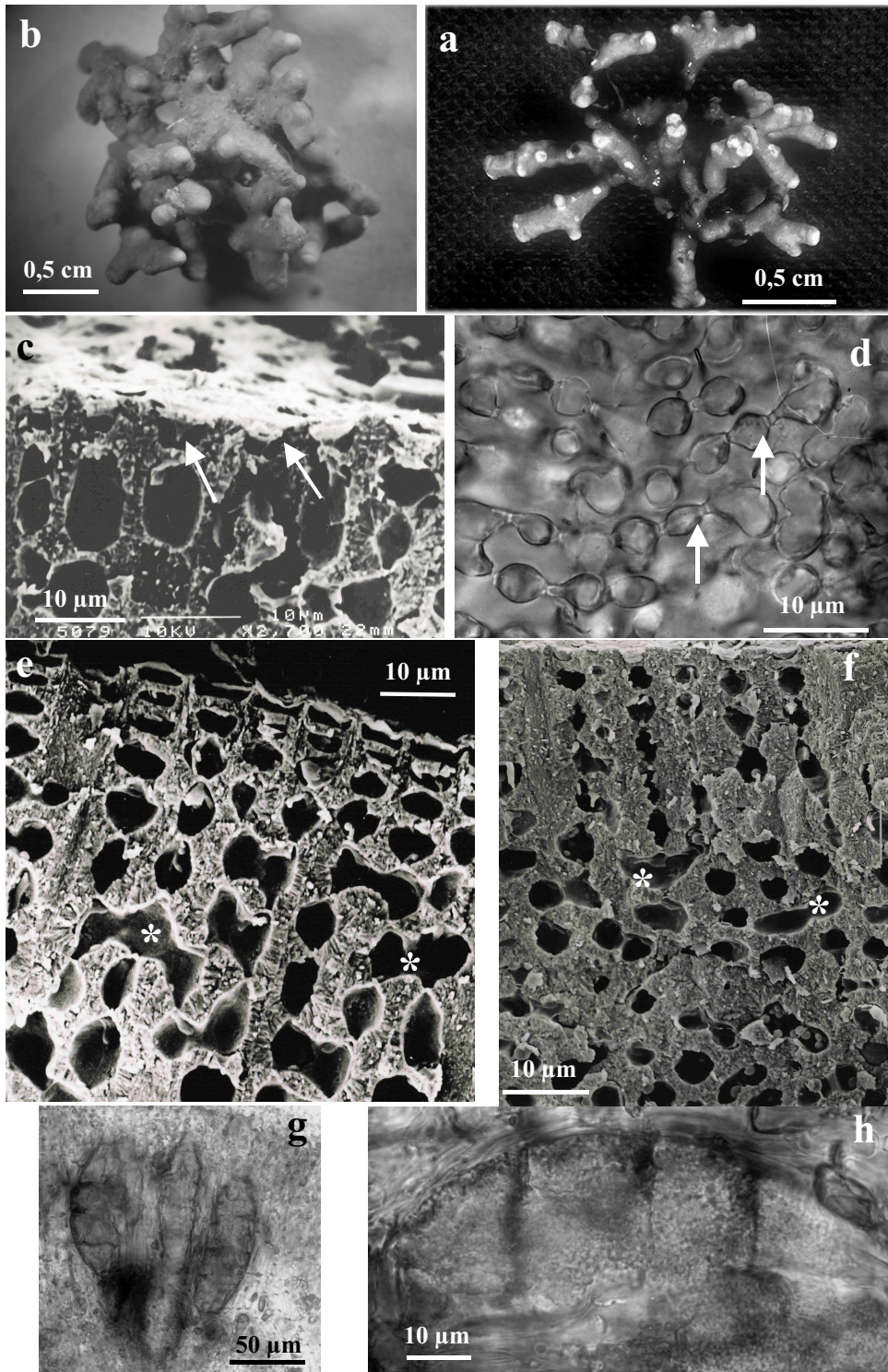


Figura 2. *Lithothamnion corallioides*. a: individuo decolorado con ramas gruesas y cilíndricas, b: individuo típico con ramas delgadas, c: epitallus en el que se observan células con prolongaciones apicales (flecha), d: peritallus en el que se observan células con sinapsis primarias abarcando la casi totalidad de la pared celular de células contiguas (flecha), e y f: peritallus mostrando abundantes fusiones celulares (asterisco), g: conceptáculo de tetrasporocistes, h: tetrasporociste zonado alargado. Fig. c, e y f: microscopio electrónico de barrido. Fig. d, g y h: microscopio óptico.

Figure 2. *Lithothamnion corallioides*. a: bleached individual with terete and broad branches, b: typical individual thin branched, c: epitallus composed by flared cells (arrow), d: perithallus with primary pit connections occupying entire end cell walls (arrow), e and f: perithallus with abundant cell fusions (asterisk), g: tetrasporangial conceptacle, h: elongate zonate tetrasporangium. Fig. c, e and f: scanning electron microscope. Fig. d, g and h: optical microscope.

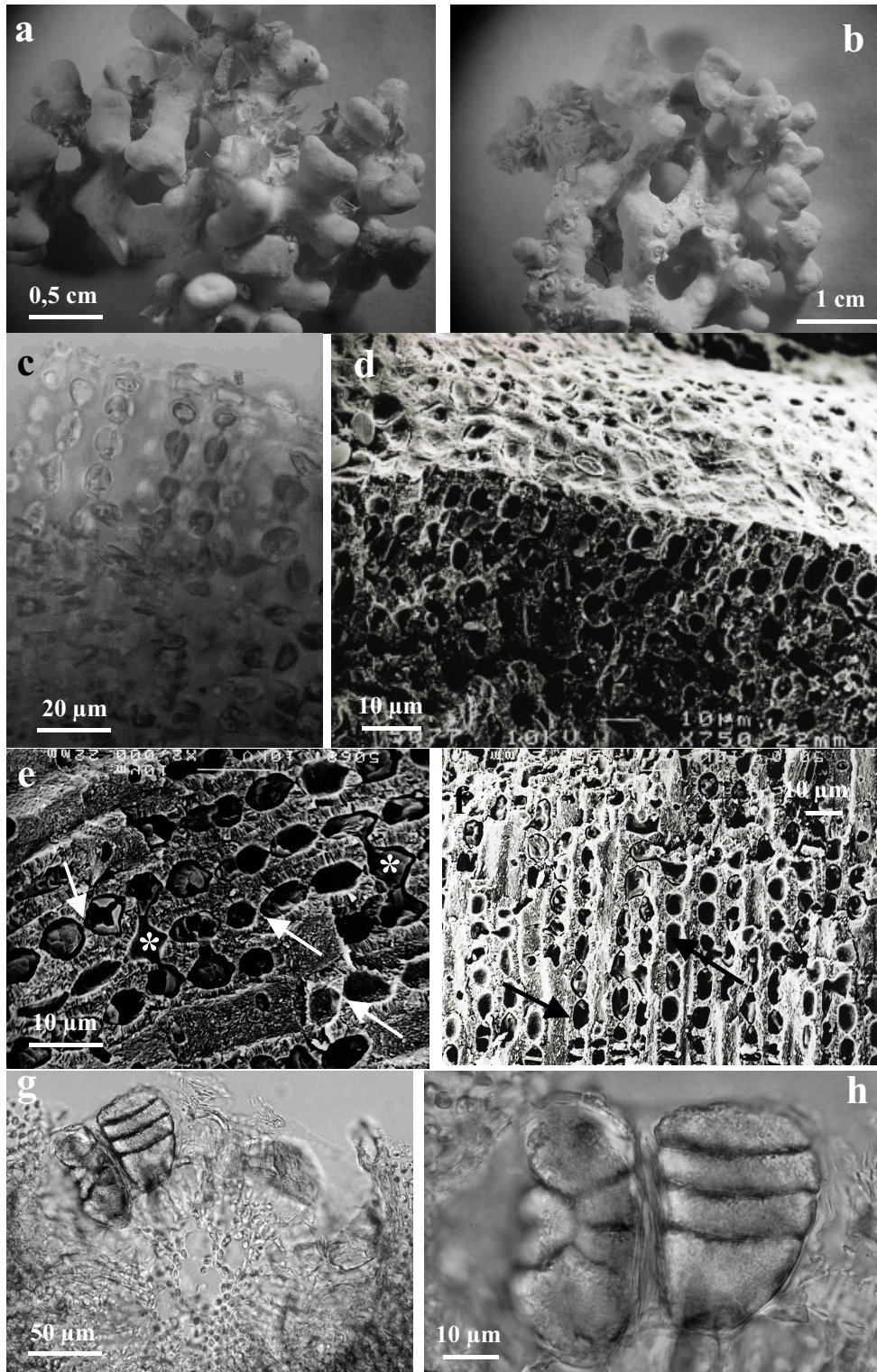


Figura 3. *Phymatolithon calcareum*. a y b: morfología típica de los individuos con ramas anchas y ápices comprimidos, c: epithallus en el que se observan células en domo, d: epitalo en vista superficial y sección transversal, mostrando células en domo, e y f: peritalo mostrando abundantes fusiones celulares (asterisco) y sinapsis primarias limitadas al centro de la pared de células contiguas (flecha), g: conceptáculo de tetrasporocistes, h: tetrasporociste zonado corto. Fig. d, e y f: microscopio electrónico de barrido. Fig. c, g y h: microscopio óptico.

Figure 3. *Phymatolithon calcareum*. a and b: characteristic morphology of individuals with broad branches and compressed tips, c: epithallus composed by domed cells, d: surface view and transverse section of epithallus showing domed cells, e and f: perithallus with abundant cell fusions (asterisk) and primary pit connections occupying only the centre of end cell walls (arrow), g: tetrasporangial conceptacle, h: plump zonate tetrasporangium. Fig. d, e and f: scanning electron microscope. Fig. c, g and h: optical microscope.

didadas del material gallego son similares a las aportadas por Mendoza & Cabioch (1998) de 50 μm de longitud x 40-45 μm de diámetro, y a las medidas máximas de 125 μm de longitud y 60 μm de ancho establecidas por Woelkerling & Irvine (1986).

Conclusiones

Morfológicamente es factible identificar y separar individuos de *Lithothamnion corallioides* y *Phymatolithon calcareum* atendiendo al grosor de las ramas y a la forma comprimida o cilíndrica de las mismas, siempre y cuando el material esté vivo y de color rojo rosado. Sin embargo se pueden incurrir en errores de identificación en *L. corallioides* cuando el individuo está muerto y por procesos de erosión —rodamiento y choque contra materiales— ya que se produce un redondeamiento, achatamiento y engrosamiento de las ramas. Dado que en el presente estudio se han encontrado individuos de *L. corallioides* con ramas de 1,7 mm de diámetro y que por su anatomía no dejan duda de la identidad de la especie, consideramos acertado mantener el criterio de Cabioch (1966) y utilizar 1,8 mm como límite máximo para el diámetro de las ramas de *L. corallioides*, siempre y cuando no estén comprimidas. Para el caso de *P. calcareum* corroboramos el criterio de incluir en esta especie los individuos de ápices comprimidos y diámetro de las ramas superior a 1,5 mm, tal como se contempla en la bibliografía.

En cuanto al estudio de estructuras reproductoras, se ha detectado discrepancia entre las dimensiones de los tetrasporocistes de *L. corallioides* y *P. calcareum* presentadas por Adey & McKibbin (1970) y Irvine & Chamberlain (1994) y las observadas en el material gallego. En el caso de *P. calcareum*, las dimensiones de tetrasporocistes aportadas en este trabajo coinciden con las indicadas por Woelkerling & Irvine (1986) y Mendoza & Cabioch (1998).

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución al proyecto de investigación PGIDIT03PXIB10301PR concedido por la Xunta de Galicia. Agradecemos al doctor Matt Dring y a la doctora Christine Maggs por facilitar el uso de las instalaciones del Departamento de microscopía de Queen's University of Belfast (Irlanda del Norte, Reino Unido) mediante el programa de becas de la Unión Europea Marie Curie; igualmente a Emilio Soler Onís por su inestimable ayuda en las observaciones de microscopía electrónica y a Charmaine Blake por sus consejos en la preparación de muestras para microscopio electrónico de barrido.

Referencias

- Adey WH & Adey PJ. 1973. Studies on the biosystematics and ecology of epilithic crustose Corallinaceae of the British Isles. *British Phycological Journal* 8: 343-407.
- Adey WH & McKibbin DL. 1970. Studies on the maërl species *Phymatolithon calcareum* (Pallas) nov. comb. and *Lithothamnium coralloides* Crouan in the Ría de Vigo. *Botanica Marina* 13: 100-106.
- Afonso-Carrillo J & Gil-Rodríguez MC. 1982. Sobre la presencia de un fondo de «maërl» en las Islas Canarias. *Collectanea Botanica* 13: 703-708.
- Ballesteros E. 1989. Composición y estructura de los fondos de maërl de tossa de Mar (Gerona, España). *Collectanea Botanica* 17: 161-182.
- Bárbara I, Cremades J & Veiga AJ. (2004). A floristic study of a maërl and gravel subtidal bed in the Arousa ría (Galicia, Spain). *Botanica Complutensis* 28: 35-46.
- Barberá C, Bordehore C, Borg JA, Glémarec M, Grall J, Hall-Spencer J.M, De la Huz Ch, Lanfranco E, Lastra M, Moore PG, Mora J, Pita ME, Ramos-Esplá AA, Rizzo M, Sánchez-Mata A, Seva A, Schembri PJ & Valle C. 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maërl beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 65-76.
- Birkett DA, Maggs C & Dring MJ. 1998. Maërl. An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. *Scottish Association for Marine Science*, 5: 1-116.
- Blunden G, Farnham WF, Jephson N, Fenn RH & Plunkett BA. 1977. The composition of maërl from the Glenan Islands of Southern Brittany. *Botanica Marina* 20: 121-125.
- Bordehore C, Ramos-Esplá AA & Riosmena-Rodríguez R. 2003. Comparative study of two maërl beds with different otter trawling history, SE Iberian Peninsula. *Marine and Freshwater Ecosystems Aquatic Conservation* 13: 543-554.
- Bosence, DW. 1976. Ecological studies on two unattached coralline algae from western Ireland. *Palaeontology* 19: 365-395.
- Bressan G. 1973/74. Rodoficee calcaree del mari italiano. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze* 59: 1-132.
- Cabioch J. 1966. Contribution à l'étude morphologique, anatomique et systématique de deux Mélobésiées: *Lithothamnium calcareum* (Pallas) Areschoug et *Lithothamnium corallioides* Crouan. *Botanica Marina* 9: 33-53.
- Cabioch J. 1974. Un fond de maërl de l'Archipel de Madère et son peuplement végétal. *Bulletin de la Société Phycologique de la France* 19: 74-82.

- Cabioch J. 1997. Les phytocénoses et biocénoses remarquables ou particulièrement menacées. Le maerl. In *Les Biocénoses Marine et Littorales Françaises des Côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord. Synthèse, Menaces et Perspectives* (Dauvin JC, ed.) Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle, pp. 144-147.
- Cabioch J & Giraud G. 1978. Apport de la microscopie électronique à la comparaison de quelques espèces de *Lithothamnium Philippi*. *Phycologia* 17: 369-381.
- Cremades J, Bárbara I & Veiga AJ. 1997. *Amphiroa vanbosseae* (Corallinales, Rhodophyta) on European Atlantic coasts. *Cryptogamie, Algologie* 18: 11-17.
- De Grave S, Fazakerley H, Kelly L, Guiry MD, Ryan M & Walshe J. 2000. A study of selected maerl beds in Irish waters and their potential for sustainable extraction. *Marine Resource Series* 10: 1-44.
- Donze M. 1968. The algal vegetation of the Ría de Arosa (NW. Spain). *Blumea* 16: 159-192.
- Grall J & Glémarec M. 1997. Biodiversité des fonds de maerl en Bretagne: approche fonctionnelle et impacts anthropiques. *Vie et Milieu* 47: 339-349.
- Hall-Spencer JM. 1995. The effects of scallop dredging on maerl beds in the firth of clyde. *Porcupine Newsletter* 6: 16-18.
- Hily C, Potin P & Floch JI. 1992. Structure of subtidal algal assemblages on soft-bottom sediments: fauna/flora interactions and role of disturbances in the Bay of Brest, France. *Marine Ecology Progress Series* 85: 115-130.
- Irvine LM & Chamberlain YM. 1994. *Seaweeds of British Isles. Volume 1 Rhodophyta, Part 2B Corallinales, Hildenbrandiales*. London: The Natural History Museum.
- Mannino AM, Castriota L, Beltrano LM & Sunseri G. 2002. The epiflora of a rhodolith bed from the Island of Ustica (Southern Tyrrhenian Sea). *Flora Mediterranea* 12: 11-28.
- Mendoza ML & Cabioch J. 1998. Étude comparée de la reproduction de *Phymatolithon calcareum* (Pallas) Adey & McKibbin et *Lithothamnion corallioides* (P. & H. Crouan) P. & H. Crouan (Corallinales, Rhodophyta), et reconsiderations sur la définition des genres. *Canadian Journal of Botany* 76: 1433-1445.
- Miranda F. 1934. Materiales para una flora marina de las rías bajas gallegas. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Biología* 34: 165-180.
- Niell FX. 1970. Adiciones a la flora de algas bentónicas de la ría de Vigo. *Investigación Pesquera* 34: 299-308.
- Otero-Schmitt J & Pérez-Cirera JL. 2002. Infralittoral benthic biocenoses from northern Ría de Muros, Atlantic coast of northwest Spain. *Botanica Marina* 45: 93-122.
- Pérez-Cirera JL, Cremades J & Bárbara I. 1989. *Grateloupia lanceola* (Cryptonemiales, Rhodophyta) en las costas de la Península Ibérica: Estudio morfológico y anatómico. *Lazaroa* 11: 123-134.
- Seoane Camba J. 1957. Algas superiores de las rías bajas gallegas. *Investigación Pesquera* 8: 15-28.
- Seoane Camba J & Campo Sancho J. 1968. Resultados de una primera exploración algológica con escafandra autónoma en la Ría de Vigo. *Publicaciones Técnicas de la Junta de Estudios de Pesca* 7: 333-344.
- Woelkerling, WJ & Irvine, LM. 1986. The Typification and Status of *Phymatolithon* (Corallinales, Rhodophyta). *British Phycological Journal* 21: 55-80.

