

Tipo de división en esporocistes de *Lithophyllum hibernicum* (Corallinales, Rhodophyta) y su implicación en el ciclo vital, en el Atlántico europeo

Type of sporangial division in *Lithophyllum hibernicum* (Corallinales, Rhodophyta) and implications on its life-history in Atlantic Europe

*RUBÉN VÁZQUEZ-FERREIRA¹ Y VIVIANA PEÑA²

¹Facultade de Ciencias, Universidade da Coruña, Campus de A Zapateira, 15071.
A Coruña, España.

²Grupo de investigación BIOCOST, Departamento de Biología Animal, Biología Vexetal e Ecoloxía,
Facultade de Ciencias, Universidade da Coruña, Campus de A Zapateira, 15071.
A Coruña, España.

ruben.vazquez1@udc.es*; vpena@udc.es

*: Corresponding author

(Recibido: 08/09/2016; Aceptado: 08/11/2016; Publicado on-line: 15/11/2016)

Resumen

Un reciente estudio molecular ha mostrado que *Lithophyllum hibernicum* representa una especie característica del intermareal del Atlántico europeo cuyos conceptáculos asexuales pueden producir tetra- o bisporocistes, mientras que *L. incrustans* aparece más ligado al submareal y con predominancia en la formación de bisporocistes. En el presente trabajo se han estudiado los conceptáculos de esporocistes en *L. hibernicum* (Corallinales, Rhodophyta), con el objeto de desvelar tendencias sobre la producción de tetrasporocistes o bisporocistes. Los ejemplares estudiados, que cuentan con identificación molecular y que están depositados en el herbario SANT, proceden de diferentes tipos de hábitats y sustrato, desde la Bretaña francesa hasta Cádiz. Salvo un ejemplar con conceptáculos de bisporocistes, todos los restantes talos asexuales fértiles presentaron conceptáculos de tetrasporocistes, por lo que el ciclo vital de esta especie se desarrolla con normalidad en las localidades estudiadas. No se observó estacionalidad en la producción de conceptáculos de esporocistes ni relación entre la producción de tetrasporocistes o bisporocistes con la latitud de la localidad. La fase esporofítica tampoco aparece restringida a un hábitat y sustrato particular. Dada la abundancia de conceptáculos de esporocistes en *L. hibernicum* y la presencia casi exclusiva de tetrasporocistes, consideramos que puede ser un carácter de diagnóstico complementario de utilidad para diferenciarlo de *L. incrustans*, que mayoritariamente forma bisporocistes.

Palabras clave: Algas coralinas, Atlántico Ibérico, ciclo vital, distribución, esporófito, hábitat, herbario, *Lithophyllum hibernicum*, *Lithophyllum incrustans*.

Abstract

A recent molecular study revealed that *Lithophyllum hibernicum* is a dominant intertidal species in Atlantic Europe that produces either tetrasporangial or bisporangial conceptacles, while *L. incrustans* is mostly a subtidal species producing bisporangia. In the present study, we studied the sporangial conceptacles in *L. hibernicum* (Corallinales, Rhodophyta) in order to detect any trend in the production of tetrasporangial or bisporangial conceptacles. The specimens, supported by molecular-based identification and preserved in the SANT Herbarium, were collected in different habitats and substrates from French Brittany to Cadiz. Except for one specimen with bisporangial conceptacles, the remaining showed tetrasporangial conceptacles; therefore, an ordinary development of the sporangial stage is presumed along the study area. According to the collection data of each specimen (locality, season and habitat), it was not observed any seasonality in the sporangial conceptacles, neither any relationship between the sporangial conceptacles production and latitude. The sporangial stage was not restricted to any particular substrate and habitat. Given the abundance of tetrasporangial conceptacles in *L. hibernicum*, we proposed this character as an additional diagnostic feature to separate this species from *L. incrustans*, for which bisporangial conceptacles are usually described.

Keywords: Atlantic Iberia, coralline algae, distribution, habitat, herbarium, life-history, *Lithophyllum hibernicum*, *Lithophyllum incrustans*, sporophyte.

INTRODUCCIÓN

Las algas rojas coralinas comprenden tres órdenes de la subclase Corallinophycidae (Sporolithales, Corallinales y Hapalidiales) que se caracterizan por presentar carbonato cálcico en forma de cristales de calcita en sus paredes celulares (WOELKERLING, 1988; LE GALL & SAUNDERS, 2007; NELSON *et al.*, 2015). Con distribución mundial y presentes desde el intermareal hasta 250 m de profundidad, crecen sobre una amplia variedad de sustratos o también como formas de vida libre conocidas como *maërl* o rodolitos, cuyos depósitos se consideran hábitats marinos de gran valor ecológico (LITTLER *et al.*, 1985; STENECK, 1986; FOSTER, 2001; GUIRY & GUIRY, 2016). Atendiendo a la capacidad de desarrollar frondes erectas con segmentos calcificados (intergenículas) y no calcificados (genículas), las algas coralinas se agrupan tradicionalmente bajo los términos de algas geniculadas y no geniculadas, pero esta clasificación carece de valor sistemático (IRVINE & CHAMBERLAIN, 1994; BAILEY & CHAPMAN, 1998).

El ciclo de vida de las algas rojas coralinas es trigenético con alternancia de fases gametofítica (haploide), carposporofítica y esporofítica (ambas diploides), en la que se originan tetrasporocistes meióticos que cierran el ciclo. Además, existe propagación vegetativa por fragmentación, formación de propágulos, o generación de bisporas apomeióticas, que germinan dando lugar a nuevos esporófitos (IRVINE & CHAMBERLAIN, 1994).

Las estructuras reproductoras tanto sexuales como asexuales se desarrollan en conceptáculos uniporados y los esporocistes presentan división zonada, a excepción de los órdenes Hapalidiales –conceptáculos de esporocistes multiporados– o Sporolithales –esporocistes cruciados en compartimentos individuales– (WOELKERLING, 1988; IRVINE & CHAMBERLAIN, 1994; NELSON *et al.*, 2015).

Entre el grupo de algas coralinas no geniculadas, el género *Lithophyllum* (Corallinales) muestra una alta diversidad (reconocidos 128 taxones incluyendo formas y variedades), amplia distribución geográfica e importancia en ecosistemas marinos como los arrecifes de coral o fondos de *maërl* (PEÑA *et al.*, 2013; GUIRY & GUIRY, 2016; HERNÁNDEZ-KANTÚN *et al.*, 2016). En las costas europeas se reconocen alrededor de 30 especies (IRVINE & CHAMBERLAIN, 1994; BRESSAN & BABBINI, 2003; LUGILDE *et al.*, 2016), incluyendo el generitipo *Lithophyllum incrustans* Philippi descrito en el Mediterráneo (Sicilia) por PHILIPPI (1837) y lectotipificado posteriormente basándose en un espécimen incrustante epizoico, de superficie lisa y libre de excrecencias (WOELKERLING, 1983). *Lithophyllum incrustans* ha sido repetidamente citado a lo largo de las costas europeas, asociado tanto al intermareal como al submareal, tanto en zonas expuestas como en charcas rocosas intermareales, formando costras generalmente con excrecencias y de hábito variable, incluso de forma libre como rodolito (IRVINE & CHAMBERLAIN,

1994; BRESSAN & BABBINI, 2003; LUGILDE *et al.*, 2016). En las islas británicas se estudiaron con detalle poblaciones de *L. incrustans* de charcas rocosas intermareales y se observó una notable variabilidad en la producción de bisporocistes y tetrasporocistes según la época del año y latitud de la población (EDYVEAN & FORD, 1984, 1986a, b).

Un reciente estudio sobre el género *Lithophyllum* basado en material tipo de especies europeas como *L. incrustans* y *L. hibernicum* Foslie (HERNÁNDEZ-KANTÚN *et al.* 2015), desveló que la especie dominante en el intermareal atlántico es en realidad *L. hibernicum*, una especie citada en Irlanda como forma libre y sin estructuras reproductoras (FOSLIE, 1906). Por el contrario, *L. incrustans* suele aparecer relegado a zonas submareales, con morfología incrustante y sin excrecencias –de forma similar al lectotipo– o formando rodolitos. Además de la diferenciación molecular entre ambas especies, en HERNÁNDEZ-KANTÚN *et al.* (2015) se aportan tres caracteres para distinguirlas: (i) diámetro de las células epitálicas, (ii) morfología del canal del poro de los conceptáculos de esporocistes y (iii) tamaño de los esporocistes (longitud y diámetro). También destacaron la presencia de conceptáculos con bisporocistes en *L. incrustans* frente a la observación indistinta de ambos tipos (tetra y bisporocistes) en *L. hibernicum*; pero dicho carácter no fue contrastado para todos los especímenes del estudio (más de un centenar de 36 localidades europeas). Dado el precedente de una variabilidad temporal y latitudinal en la producción de bisporocistes y tetrasporocistes en poblaciones británicas de *L. hibernicum* (EDYVEAN & FORD, 1986a, como *L. incrustans*) y su implicación en alteraciones de su ciclo vital (IRVINE & CHAMBERLAIN, 1994), en este estudio se plantea revisar este carácter reproductivo en los restantes especímenes inequívocamente identificados como *L. hibernicum* en HERNÁNDEZ-KANTÚN *et al.* (2015), con el objeto de detectar tendencias hacia la producción de un tipo u otro de esporocistes. Por otra parte, dada la plasticidad morfológica reconocida en algas rojas coralinas (STENECK, 1986), un examen más detallado sobre la incidencia de un tipo u otro de esporocistes en *L. hibernicum* podría ofrecer otro carácter diagnóstico adicional a los propuestos recientemente en la bibliografía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se revisaron un total de 90 individuos de *Lithophyllum hibernicum* depositados en el herbario SANT de la Universidad de Santiago de Compostela e identificados molecularmente por HERNÁNDEZ-KANTÚN *et al.* (2015) (Tabla I). Pertenecen a 37 localidades distribuidas desde la Bretaña francesa hasta Cádiz, desde el intermareal medio hasta el submareal (<10 m). Los ejemplares fueron recogidos en diferentes meses del año durante 2010 y 2012, en sustratos rocosos o rocoso-arenosos y también en charcas intermareales. La mayoría de la colección está compuesta por especímenes epilíticos, pero también contiene individuos epizoicos y de forma libre (rodolitos) (Tabla I, ver HERNÁNDEZ-KANTÚN *et al.* 2015). Cada espécimen fue examinado bajo el estereomicroscopio con el fin de buscar conceptáculos uniporados maduros y en buen estado de conservación (p.ej. techo del conceptáculo sin fragmentar, superficie limpia de epífitos, etc). Una vez seleccionada el área, se procedió al raspado de la superficie de varios conceptáculos (aprox. 3-5) con una cuchilla y con ayuda de unas pinzas. El material extraído de cada espécimen se depositó en un portaobjetos para su observación al microscopio óptico. Se comprobó si los conceptáculos correspondían en efecto a esporocistes (debido a que conceptáculos sexuales y de carposporocistes también son uniporados), y se verificó el tipo de esporocistes (tetra o bisporocistes) según el número de esporas contenidas y septos observados. Cuando el plano de observación lo permitió, se tomaron medidas y fotografías de los esporocistes. Dadas sus grandes dimensiones e intensidad de color frente al resto de conjuntos celulares del conceptáculo (filamentos celulares, columela central, etc), no fue necesario realizar tinciones de las preparaciones. También, con el objeto de corroborar algunas observaciones realizadas en algún espécimen de interés, se obtuvieron imágenes en el microscopio electrónico de barrido (modelo JEOL JSM 6400, Universidad da Coruña); para ello, se seleccionaron fragmentos con secciones transversales y vistas superficiales de conceptáculos, se colocaron en portaobjetos de carbono y se metalizaron en oro para su examen.

Tabla I. Ejemplares de *Lithophyllum hibernicum* estudiados. Para cada uno de ellos se indica: región, localidad, número de herbario SANT, fecha, hábitat, tipo de esporocistes (tetrasporocistes –T- o bisporocistes –B-) y tamaño de los esporocistes (longitud x diámetro, μm). En la columna del tipo de división de esporocistes, “G” indica el gametófito masculino observado. Relación de material estudiado en el que no se encontraron conceptáculos: SANT-Algae 29118-29122, 29124-29126, 29136, 29139-29140, 29146, 29150, 29152-29156, 29160, 29161, 29167, 29171, 29180, 29182, 29186, 29188, 29190, 29191, 29195, 29198, 29201, 29203, 29207-29209, 29211-29213, 29215 y 29219.

Table I. Specimens of *Lithophyllum hibernicum* examined in the present study. For each specimen it is detailed: region, locality, herbarium number in SANT, date, habitat, type of sporangia (tetrasporangia –T- or bisporangia –B-) and sporangia dimensions (height x diameter, μm). Within the column of type of sporangial division, “G” indicates the male gametophyte. No conceptacles observed in the following specimens examined: SANT-Algae 29118-29122, 29124-29126, 29136, 29139-29140, 29146, 29150, 29152-29156, 29160, 29161, 29167, 29171, 29180, 29182, 29186, 29188, 29190, 29191, 29195, 29198, 29201, 29203, 29207-29209, 29211-29213, 29215 and 29219.

Región	Localidad	Herbario	Fecha	Habitat	Tipo división esporociste	Tamaño esporociste (μm)
BRETAÑA FRANCESA	Anse du Minou	SANT-Algae 29166	21/03/2011	Intermareal	T	-
	Molène, Banc des Pourceaux	SANT-Algae 29168	13/05/2011	Submareal, dragado en fondo de <i>maërl</i> (7 m)	T	92 x 65
	Fort du Mingant, Rade de Brest	SANT-Algae 29181	18/03/2011	Intermareal medio-inferior	T	-
SUR FRANCIA	Biarritz	SANT-Algae 29170	19/03/2011	Intermareal rocoso-arenoso.	T	131 x 69
	Biarritz	SANT-Algae 29172	19/03/2011	Intermareal inferior, rocoso-arenoso	T	90 x 52
PAÍS VASCO	Guipúzcoa: Zumaia	SANT-Algae 29189	18/03/2011	Intermareal inferior, expuesto	T	94 x 58
	Vizcaya: San Juan de Gaztelugatxe	SANT-Algae 29192	19/02/2011	Intermareal	T	95 x 56
CANTABRIA	Comillas	SANT-Algae 29194	21/02/2011	Intermareal	T	85 x 36
	Comillas	SANT-Algae 29196	21/02/2011	Intermareal medio-inferior	T	110 x 48
	Langre	SANT-Algae 29197	06/11/2010	Intermareal, epizoico sobre <i>Balanus</i>	T	131 x 83
	Virgen del mar, Soto de la Marina, Santander	SANT-Algae 29199	07/11/2010	Intermareal	T	-
	Virgen del mar, Soto de la Marina, Santander	SANT-Algae 29200	07/11/2010	Intermareal	T	-
ASTURIAS	La Franca	SANT-Algae 29202	23/03/2011	Intermareal medio	T	142 x 69
	Playa de Cadavedo	SANT-Algae 29205	03/08/2011	Cubeta, intermareal medio	T	-
	Playa de Cadavedo	SANT-Algae 29206	03/08/2011	Cubeta, intermareal medio	T	99 x 62
	Playa de Cadavedo	SANT-Algae 29210	03/08/2011	Intermareal medio	T	79 x 35
	Playa de Cadavedo	SANT-Algae 29214	03/08/2011	Intermareal medio	T	-
	Playa de Cadavedo	SANT-Algae 29216	03/08/2011	Intermareal medio	T	96 x 30
	Playa de Cadavedo	SANT-Algae 29217	03/08/2011	Intermareal medio	T	-
	Playa de Cadavedo	SANT-Algae 29218	03/08/2011	Intermareal medio	T	90 x 61
	Playa de Cadavedo	SANT-Algae 29220	03/08/2011	Intermareal medio	T	-
	Playa de Cadavedo	SANT-Algae 29221	03/08/2011	Intermareal medio	T	-
	Playa de Cadavedo	SANT-Algae 29223	03/08/2011	Intermareal inferior	T	131 x 58
GALICIA	Lugo: Peinzás, Fazouro, Foz	SANT-Algae 29115	19/02/2011	Intermareal medio-inferior	T	129 x 44
	Lugo: Peinzás, Fazouro, Foz	SANT-Algae 29116	19/02/2011	Intermareal medio-inferior	T	124 x 32
	Lugo: Peinzás, Fazouro, Foz	SANT-Algae 29117	19/02/2011	Intermareal medio-inferior	T	-
	Lugo: Playa de Peinzás, Foz	SANT-Algae 29137	19/04/2011	Intermareal	T	-

Tabla I. Continuación

	A Coruña: Playa de Perbes, Miño, Ría de Ares y Betanzos	SANT-Algae 29183	20/01/2011	Intermareal	T	-
	A Coruña: Playa do Ber, Pontedeume, Ría de Ares y Betanzos	SANT-Algae 29184	23/01/2011	Intermareal	B	42 - 54 x 21 - 39
	A Coruña: Playa do Ber, Pontedeume, Ría de Ares y Betanzos	SANT-Algae 29185	23/01/2011	Cubeta intermareal	T	131 x 50
	A Coruña: Ártabra, Arteixo	SANT-Algae 29149	19/01/2011	Intermareal	T	-
	A Coruña: Ártabra, Arteixo	SANT-Algae 29151	19/01/2011	Intermareal	T	107 x 66
	A Coruña: Barrañán, Arteixo	SANT-Algae 29147	21/01/2011	Intermareal	T	117 x 54
	A Coruña: Barrañán, Arteixo	SANT-Algae 29148	21/01/2011	Intermareal	T	107 x 55
	A Coruña: Caión, Laracha	SANT-Algae 29145	21/01/2011	Intermareal	T	90 x 52
	A Coruña: Playa de Leira, Carballo	SANT-Algae 29187	25/06/2010	Intermareal medio-inferior	T	87 x 48
	A Coruña: Camelle, Camariñas	SANT-Algae 29157	29/04/2010	Intermareal	T	81 x 62
	A Coruña: Camelle, Camariñas	SANT-Algae 29158	31/08/2011	Intermareal	T	140 x 67
	A Coruña: Camelle, Camariñas	SANT-Algae 29159	31/08/2011	Intermareal	T	-
	A Coruña: Camelle, Camariñas	SANT-Algae 29162	31/08/2011	Intermareal, en grieta	T	87 x 44
	A Coruña: Camelle, Camariñas	SANT-Algae 29163	31/08/2011	Intermareal	T	96 x 69
	A Coruña: Camelle, Camariñas	SANT-Algae 29164	31/08/2011	Intermareal	T	-
	A Coruña: Camelle, Camariñas	SANT-Algae 29165	31/08/2011	Intermareal, en cubeta	T	105 x 61
	A Coruña: Camelle, Camariñas	SANT-Algae 29160	31/08/2011	Intermareal	G	-
	A Coruña: Nordeste de Isla Sálvora, Ribeira, Ría de Arousa	SANT-Algae 29141	05/08/2011	Submareal (4 m), dragado	T	-
	Pontevedra: Oia	SANT-Algae 29143	17/04/2011	Intermareal	T	-
	Pontevedra: Oia	SANT-Algae 29143	17/04/2011	Intermareal	T	-
	Pontevedra: Oia	SANT-Algae 29144	17/04/2011	Intermareal	T	107 x 58
NORTE DE PORTUGAL	Minho: Montedor, Viana do Castelo	SANT-Algae 29127	18/04/2011	Intermareal inferior, en cubeta.	T	-
	Minho: Montedor, Viana do Castelo	SANT-Algae 29128	18/04/2011	Intermareal inferior rocoso.	T	-
CÁDIZ	Cádiz: Punta Plata	SANT-Algae 29123	19/02/2011	Intermareal inferior, roca con arena	T	90 x 54

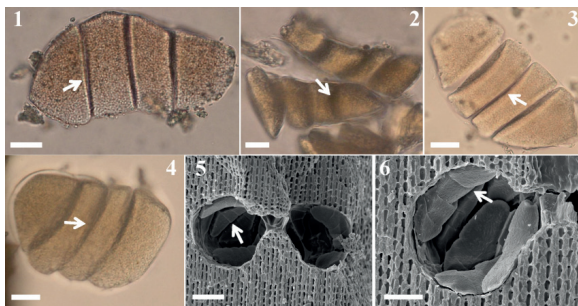
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de 90 especímenes de *Lithophyllum hibernicum* estudiados, 50 presentaron conceptáculos de esporocistes. Los restantes no aportaron información valiosa por no presentar conceptáculos maduros o por corresponder en un caso a un game-

tófito masculino fértil (SANT-Algae 29160, Tabla I). De todos ellos, 49 presentaron conceptáculos con tetrasporocistes (Figs. 1-6); sólo se observaron conceptáculos con bisporocistes en un único espécimen recogido en Galicia (SANT-Algae 29184; Playa do Ber, A Coruña) (Figs. 7-10). Esto parece indicar que en la mayoría de estas localidades se

desarrolla con normalidad esta fase del ciclo vital, generándose posteriormente gametófitos. Esta relación entre la producción de tetrasporocistes y la presencia de gametófitos fue detectada en las poblaciones británicas de esta especie (EDYVEAN & FORD, 1984, como *L. incrustans*). En este estudio, sin embargo, únicamente se observó un gametófito masculino, por lo que habría que considerar si algunos de los restantes especímenes descartados corresponden a gametófitos.

Los 50 esporófitos fértiles corresponden a diferentes regiones del atlántico europeo (Tabla I): Bretaña francesa (3 individuos), Sur de Francia (2), País Vasco (2), Cantabria (5), Asturias (11), Galicia (24), Norte de Portugal (2) y Cádiz (1). El único bisporófito observado se recogió en las costas gallegas. En su estudio de poblaciones intermareales de las islas británicas, EDYVEAN & FORD (1986a) observaron diferencias latitudinales en la abundancia de un tipo u otro de esporófito, de forma que poblaciones septentrionales albergaban una mayor proporción de bisporocistes. A pesar de que la naturaleza y rango geográfico de ambos estudios es diferente, nuestros resultados no



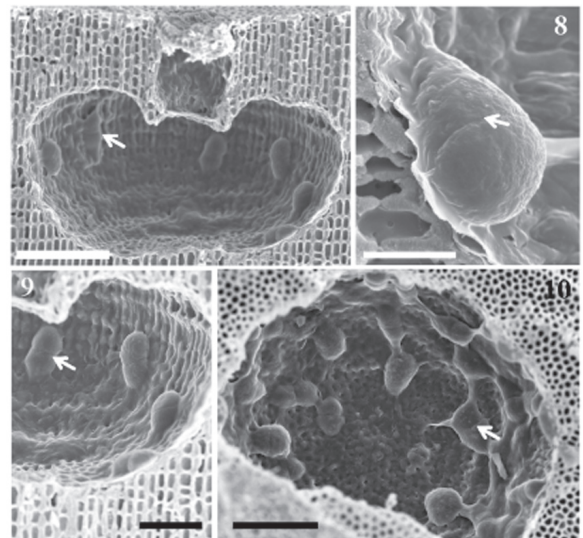
Figuras 1-6. *Lithophyllum hibernicum*, tetrasporocistes al microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido: 1, SANT-Algae 29158 (Galicia, Camariñas); 2, SANT-Algae 29216 (Asturias, Playa de Cadavedo); 3, SANT-Algae 29170 (Francia, Biarritz); 4, SANT-Algae 29192 (País Vasco, Vizcaya); 5- 6, sección transversal del conceptáculo conteniendo tetrasporocistes (SANT-Algae 29223; Asturias, Playa de Cadavedo). Las flechas indican los septos entre las tetrásporas. Escalas: 1-4= 25 μ m; 5= 100 μ m; 6= 40 μ m.

Figures 1-6. *Lithophyllum hibernicum*, tetrasporangia (light microscope and scanning electron microscope): 1, SANT-Algae 29158 (Galicia, Camariñas); 2, SANT-Algae 29216 (Asturias, Playa de Cadavedo); 3, SANT-Algae 29170 (France, Biarritz); 4, SANT-Algae 29192 (Basque Country, Vizcaya); 5-6, vertical section of the conceptacle containing tetrasporangia (SANT-Algae 29223; Asturias, Playa de Cadavedo). Arrows indicate septa between the tetraspores. Scales: 1-4= 25 μ m; 5= 100 μ m; 6= 40 μ m.

parecen indicar una tendencia en la abundancia de tetrasporófitos según la región.

Los 49 esporófitos con tetrasporocistes fueron recogidos a lo largo de la costa atlántica en diferentes épocas del año, por lo que no se observó relación entre la reproducción y la latitud de la región, encontrándose individuos fértiles en la Bretaña francesa y sur de Portugal en la misma época del año (Tabla I). Si bien para toda la colección estudiada hay una relativa abundancia de tetrasporófitos fértiles en los meses de enero-febrero y agosto, para el caso de Galicia que es la región mejor representada (24 especímenes), se encontraron individuos fértiles a lo largo de casi todos los meses del año; por el contrario, el único espécimen con bisporocistes fue recogido en las costas gallegas en invierno (enero).

El hábitat registrado para estos esporófitos fértiles de *Lithophyllum hibernicum* fue variable, desde zonas expuestas y charcas del intermareal a



Figuras 7-10. *Lithophyllum hibernicum*, bisporocistes al microscopio electrónico de barrido (SANT-Algae 29184): 7, vista general de un conceptáculo de bisporocistes; 8, detalle de un bisporociste; 9, disposición de los bisporocistes en el conceptáculo; 10, vista superior del interior del conceptáculo con bisporocistes. Las flechas indican los septos entre las bisporas. Escalas: 7, 10= 100 μ m; 8= 20 μ m; 9= 50 μ m.

Figures 7-10. *Lithophyllum hibernicum*, bisporangia (scanning electron microscope, SANT-Algae 29184): 7, general view of a bisporangial conceptacle; 8, detail of a bisporangia; 9, arrangement of the bisporangia inside conceptacle; 10, surface view of bisporangia inside the conceptacle. Arrows indicate septa between the bispores. Scales: 7, 10= 100 μ m; 8= 20 μ m; 9= 50 μ m.

submareal, asociados a fondos de *maërl* (4-7 m). Excepto algún espécimen epizoico, la mayoría de ellos fueron epilíticos o de forma libre (rodolito) (Tabla I). El hábitat y sustrato observado ha sido igual de amplio y variable que el descrito en general para esta especie (HERNÁNDEZ-KANTÚN *et al.*, 2015), de forma que la fase esporofítica no parece estar restringida a un hábitat particular. Sin embargo, la mayoría de información bibliográfica sobre esporófitos procede mayoritariamente de poblaciones de charcas intermareales en las costas británicas (EDYVEAN & FORD, 1984, 1986a,b, como *L. incrustans*).

De los 50 esporófitos fértiles, se tomaron medidas de esporocistes en 30 individuos incluyendo el ejemplar con conceptáculos de bisporocistes (Figuras 1-10). Los tetrasporocistes midieron 79-142 μm de longitud y 30-83 μm de diámetro, mientras que los bisporocistes fueron más pequeños, entre 42-54 μm de longitud y 21-39 μm de diámetro (Tabla I). Las dimensiones de los tetrasporocistes observados son variables pero no parecen mostrar un patrón de variabilidad estacional o por región. Estas medidas concuerdan en general con la bibliografía (IRVINE & CHAMBERLAIN, 1994, como *L. incrustans*; HERNÁNDEZ-KANTÚN *et al.*, 2015), aunque IRVINE & CHAMBERLAIN (1994) encontraron también tetrasporocistes más pequeños (55-146 μm frente a 79-142 μm en este estudio). Por otra parte, los bisporocistes fueron claramente de menor tamaño que los descritos en la bibliografía (42-54 x 21-39 μm en este estudio frente a 70-104 x 30-72 μm en IRVINE & CHAMBERLAIN, 1994, como *L. incrustans*; HERNÁNDEZ-KANTÚN *et al.*, 2015).

Aunque en el estudio molecular de HERNÁNDEZ-KANTÚN *et al.* (2015) no se señaló ninguna tendencia hacia la producción de uno u otro tipo de esporocistes en *Lithophyllum hibernicum*, el presente trabajo que ha revisado casi la totalidad de especímenes identificados en este estudio previo y que corresponden a diferentes regiones del atlántico europeo y tipos de hábitat, concluye que la presencia de tetrasporocistes es claramente dominante en *L. hibernicum*. Dado que para otra de las especies más representativas de nuestras costas -*L. incrustans*- se describen conceptáculos mayoritariamente compuestos por bisporocistes (HERNÁNDEZ-KANTÚN *et al.*, 2015), conside-

ramos que este carácter reproductivo consistente en la formación de conceptáculos de tetrasporocistes podría ser relevante y de utilidad para diferenciar ambas especies.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los dos revisores anónimos las sugerencias y comentarios realizados. Viviana Peña agradece la financiación por parte de la Universidade da Coruña (Contrato-Programa Campus Industrial de Ferrol) y *British Phycological Society* (Small Grant Scheme-Project Award 2011-2012).

REFERENCIAS

- BAILEY, C. & CHAPMAN, R.L. (1998). A phylogenetic study of the Corallinales (Rhodophyta) base on nuclear small-subunit rRNA gene sequences. *Journal of Phycology*, 34: 692-705.
- BRESSAN, G. & BABBINI, L. (2003). Corallinales del Mar Mediterraneo: Guida alla determinazione, *Società Italiana di Biologia Marina*, 10(2): 1-237.
- EDYVEAN, R.G.J. & FORD, H. (1984). Population biology of the crustose red alga *Lithophyllum incrustans* Phil. 2. A comparison of populations from three areas of Britain. *Biological Journal of the Linnean Society*, 23: 353-363.
- EDYVEAN, R.G.J. & FORD, H. (1986a). Spore production by *Lithophyllum incrustans* (Corallinales, Rhodophyta) in the British Isles. *British Phycological Journal*, 21(3): 255-261.
- EDYVEAN, R.G.J. & FORD, H. (1986b). Population structure of *Lithophyllum incrustans* (Philippi) (Corallinales Rhodophyta) from south-west Wales. *Field Studies*, 6: 397-405.
- FOSLIE, M. (1906). Algologiske Notiser II. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter*, 1906:1-28.
- FOSTER, M. (2001). Rhodoliths: between rocks and soft places. *Journal of Phycology*, 37: 659-667.
- GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. (2016). Algaebase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponible en: <http://www.algaebase.org>.
- HERNÁNDEZ-KANTÚN, J., RINDI, F., ADEY, W.H., HEESCH, S., PEÑA, V., LE GALL, L. & GABRI-

- ELSON, P.W. (2015). Sequencing type material resolves the identity and distribution of the generitype *Lithophyllum incrustans*, and related European species *L. hibernicum* and *L. bathyporum* (Corallinales, Rhodophyta). *Journal of Phycology*, 51: 791-807.
- HERNÁNDEZ-KANTÚN, J., GABRIELSON, P., HUGHEY, J.R., PEZZOLESI, L., RINDI, F., ROBINSON, N.M., PEÑA, V., RIOSMENA-RODRIGUEZ, R., LE GALL, L. & ADEY, W.H. (2016). Reassessment of branched *Lithophyllum* spp. (Corallinales, Rhodophyta) in the Caribbean Sea with global implications. *Phycologia*, 55(6): 619-639.
- IRVINE, L.M. & CHAMBERLAIN, Y.M. (1994). *Seaweeds of the British Isles. Volume 1. Rhodophyta, Part 2B Corallinales, Hildenbrandiales*. The Natural History Museum, London. 276pp.
- LE GALL, L. & SAUNDERS, G.W. (2007). A nuclear phylogeny of the Florideophyceae (Rhodophyta) inferred from combined EF2, small subunit and large subunit ribosomal DNA: establishing the new red subalgal class Corallinophycidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43: 118-1130.
- LITTLER, M.M., LITTLER, D.S., BLAIR, S.M. & NORRIS, J.N. (1985). Deepest Known Plant Life Discovered on an Uncharted Seamount. *Science*, 227: 57-59.
- LUGILDE, J., PEÑA, V. & BÁRBARA, I. (2016). El orden Corallinales *sensu lato* (Rhodophyta) en el Atlántico Ibérico: estado actual de su conocimiento. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 73(2): e38 2016.
- NELSON, W.A., SUTHERLAND, J.E., FARR, T.J., HART, D.R., NEILL, K.F., KIM, H.J. & YOON, H.S. (2015). Multigene phylogenetic analyses of New Zealand coralline algae: *Corallinapetra novaezelandiae* gen. et sp. nov. and recognition of the Hapalidiales ord. nov. *Journal of Phycology*, 51: 454-468.
- PEÑA, V., BARREIRO, R., HALL-SPENCER, J.M. & GRALL, J. (2013). *Lithophyllum* spp. form unusual maërl beds in the North East Atlantic: the case study of *L. fasciculatum* (Lamarck) Foslie, 1898, in Brittany. *An Aod - les cahiers naturalistes de l'Observatoire marin*, 2: 11-21.
- PHILIPPI, R.A. (1837). Beweis, dafs die Nulliporen Pflanzen sind. *Archiv für Naturgeschichte*, 3: 387-393.
- STENECK, R.S. (1986). The ecology of coralline algal crusts: Convergent patterns and adaptive strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 273-303.
- WOELKERLING, W.J. (1983). A taxonomic reassessment of *Lithophyllum* Philippi (Corallinaceae, Rhodophyta) based on studies of R.A. Philippi's original collections. *British Phycological Journal*, 18: 299-328.
- WOELKERLING, W.J. (1988). *The Coralline Red Algae: an analysis of the genera and subfamilies of nongeniculate Corallinaceae*. Oxford University Press, London, Oxford. 268 p.