

VIERAEA	Vol. 35	135-146	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	---------	--------------------------------------	----------------

## **Morfología y distribución de las especies de *Polysiphonia* de las islas Canarias. 2. *Polysiphonia subulifera* (Rhodophyta, Rhodomelaceae)**

BERTA ROJAS-GONZÁLEZ & JULIO AFONSO-CARRILLO

*Departamento de Biología Vegetal (Botánica).  
Universidad de La Laguna. E-38071 La Laguna. Islas Canarias.*

ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2007). Morphology and distribution of the species of *Polysiphonia* from the Canary Islands. 2. *Polysiphonia subulifera* (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *VIERAEA* 35: 135-146.

**ABSTRACT:** The vegetative and reproductive morphology and the distribution of *Polysiphonia subulifera* from the Canary Islands are examined. The Canarian plants are vegetatively characterized by a regular ramification each 4-5 segments, unbranched or branched spine-like branchlets, ecorticate 13-15 helically arranged pericentral cells, and each segment with a scar cell. Fertile plants occur along the year. Spermatangial axes are conical ending in 1-2 sterile terminal cells, and they replacing a branch of a trichoblast at the level of the first dichotomy. Cystocarps are globular and sessile, with polygonal and irregularly arranged outer pericarp cells, decreasing in size towards ostiole. Tetrasporangia formed in spiral series in terminal branches. Mixed-phases, with cystocarps and tetrasporangia occurring simultaneously on a same plant were observed. Except in La Gomera, *P. subulifera* has been identified in all the islands of the Canarian Archipelago.

**Key words:** Canary Islands, marine algae, phenology, morphology, *Polysiphonia subulifera*, Rhodomelaceae, Rhodophyta.

**RESUMEN:** Se describe la morfología vegetativa y reproductora y la distribución de *Polysiphonia subulifera* en las islas Canarias. Las plantas canarias se caracterizan vegetativamente por presentar ramificación cada 4-5 segmentos, rámulas cortas espiniformes simples o ramificadas, 13-15 células pericentrales dispuestas de forma helicoidal, ausencia de corticación y presentar en cada segmento una célula cicatriz. Plantas fértiles están presentes durante todo el año. Los ejes espermatangiales cónicos y con 1-2 células terminales estériles reemplazan a una rama del tricoblasto en la primera dicotomía. Los cistocarpos globosos y sésiles, con pericarpio de células poligonales grandes irregularmente dispuestas, y más pequeñas alrededor del ostiolo. Los tetrasporangios se forman en series espirales en ramas terminales. Fueron observadas fases mixtas

en las que cistocarpos y tetrasporangios ocurren simultáneamente en una misma planta. *P. subulifera* ha sido identificada en todas las islas del archipiélago canario, excepto en La Gomera.

Palabras clave: algas marinas, Canarias, fenología, morfología, *Polysiphonia subulifera*, Rhodomelaceae, Rhodophyta.

## INTRODUCCIÓN

En un trabajo previo, Rojas-González & Afonso-Carrillo (2007) iniciamos la revisión de las especies del género *Polysiphonia* Greville (1823) que crecen en las islas Canarias. Se trata de un género de algas rojas que está representado en el archipiélago canario por unas veinticinco especies (Afonso-Carrillo & Sansón, 1999; Haroun *et al.*, 2002), pero que ha sido objeto de escasos estudios. La presente contribución está dedicada monográficamente a *Polysiphonia subulifera* una especie endémica de la región templado cálida del Atlántico oriental (Hoek, 1984; Maggs & Hommersand, 1993), que aparentemente tiene en Canarias las condiciones óptimas para la reproducción.

La primera cita de *Polysiphonia subulifera* para Canarias se debe a Sauvageau (1912) que la identificó en Tenerife. Posteriormente, fue citada por primera vez para Lanzarote por Johnston (1969), para Gran Canaria por Jorge *et al.* (1986), para Fuerteventura por González-Ruiz *et al.* (1995) y para El Hierro y La Palma por Rojas-González & Afonso-Carrillo (2000a). Las poblaciones canarias son las únicas en las que se ha confirmado la reproducción sexual de esta especie (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2000b), pero sin embargo, hasta el presente no se ha elaborado una detallada descripción de las plantas de las islas Canarias. Aquí presentamos una minuciosa descripción de la especie, tanto desde el punto de vista vegetativo como reproductor. Además, durante nuestros estudios tuvimos la oportunidad de recolectar plantas que portaban simultáneamente tetrasporangios y cistocarpos. Estas fases mixtas han sido descritas en algunas especies de *Polysiphonia* (ver Aguilar-Rosas *et al.*, 2006) y aquí se describen por primera vez en *P. subulifera*.

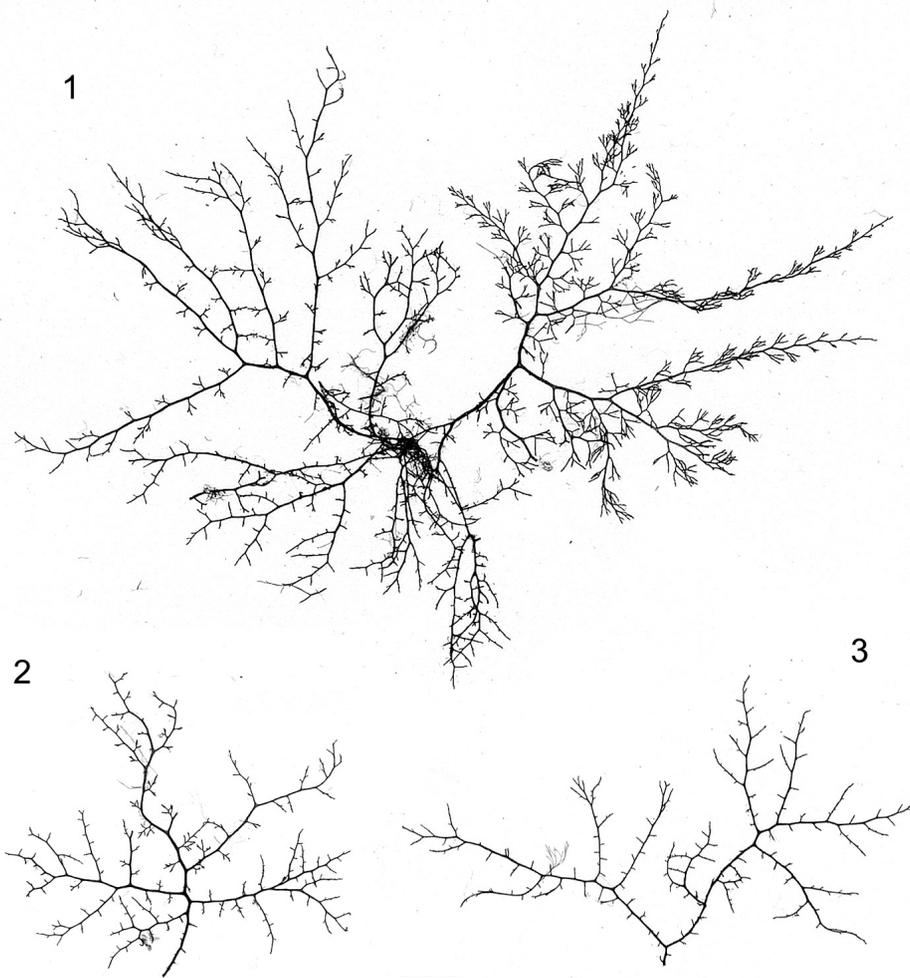
## MATERIAL Y MÉTODOS

Las observaciones están basadas en (1) especímenes frescos recolectados entre 1991 y 1993 en diversas localidades de las islas Canarias, conservados en formalina al 4 % en agua de mar y depositados en TFC; y (2) especímenes secos de herbario depositados en TFC. Para las observaciones microscópicas se seleccionaron fragmentos vegetativos o ramas fértiles del material conservado en medio líquido que fueron teñidos, cuando fue necesario, durante 10 minutos con anilina azul al 1 % en agua, lavados con agua y montados en una solución acuosa de Karo al 50 %. Los especímenes secos de herbario fueron rehidratados previamente en una solución de formalina al 4 % en agua de mar. Los dibujos en cámara clara fueron obtenidos usando un microscopio Zeiss. Las abreviaturas de los herbarios siguen a Holmgren *et al.* (1990).

## OBSERVACIONES

***Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey**

J. Agardh (1863), p. 1052; Kützing (1864), tab. 27; Børgesen (1930), p. 103; Newton (1931), p. 348; Haritonidis & Tsekos (1975), p. 218, figs 21-23; Feldmann (1981), p. 76; Coppejans (1983), lám. 271; Athanasiadis (1978), p. 102; Maggs & Hommersand (1993), p. 358, fig. 112; Rojas-González & Afonso-Carrillo (2000b), p. 149, figs 6-9.



FIGS 1-3. *Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey (TFC Phyc 9067). Diferentes aspectos del hábito (Escala = 10 mm).

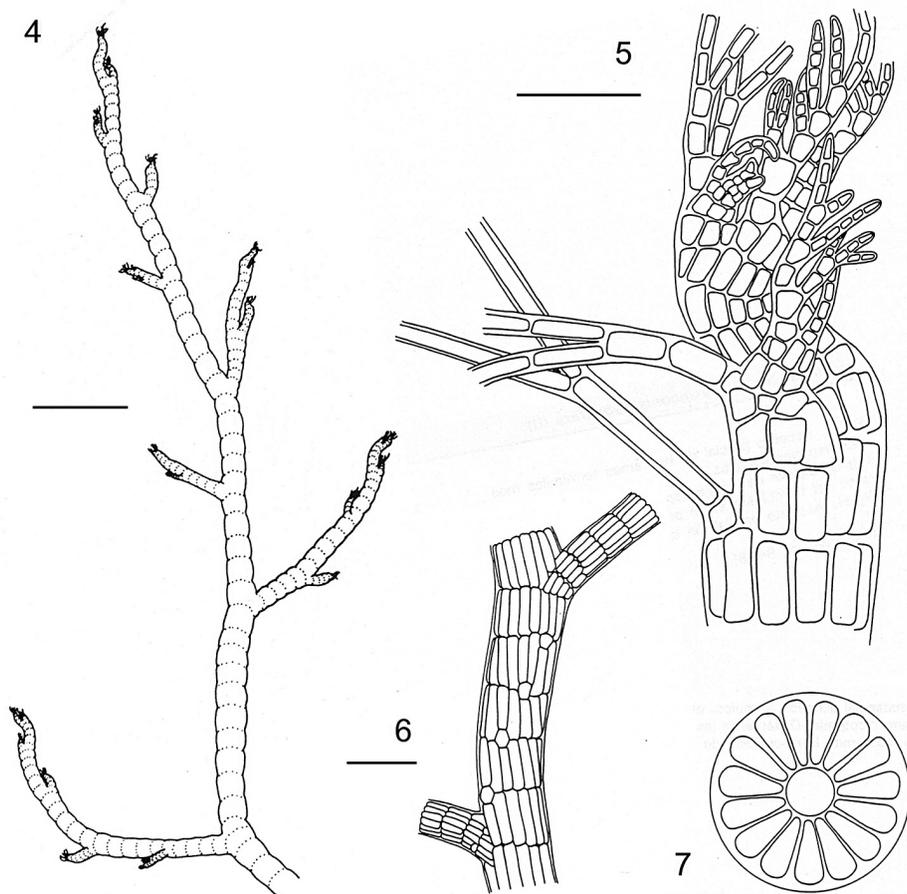
**Basiónimo:** *Hutchinsia subulifera* C. Agardh (1827), p. 638.

**Localidad tipo:** Venecia (Italia).

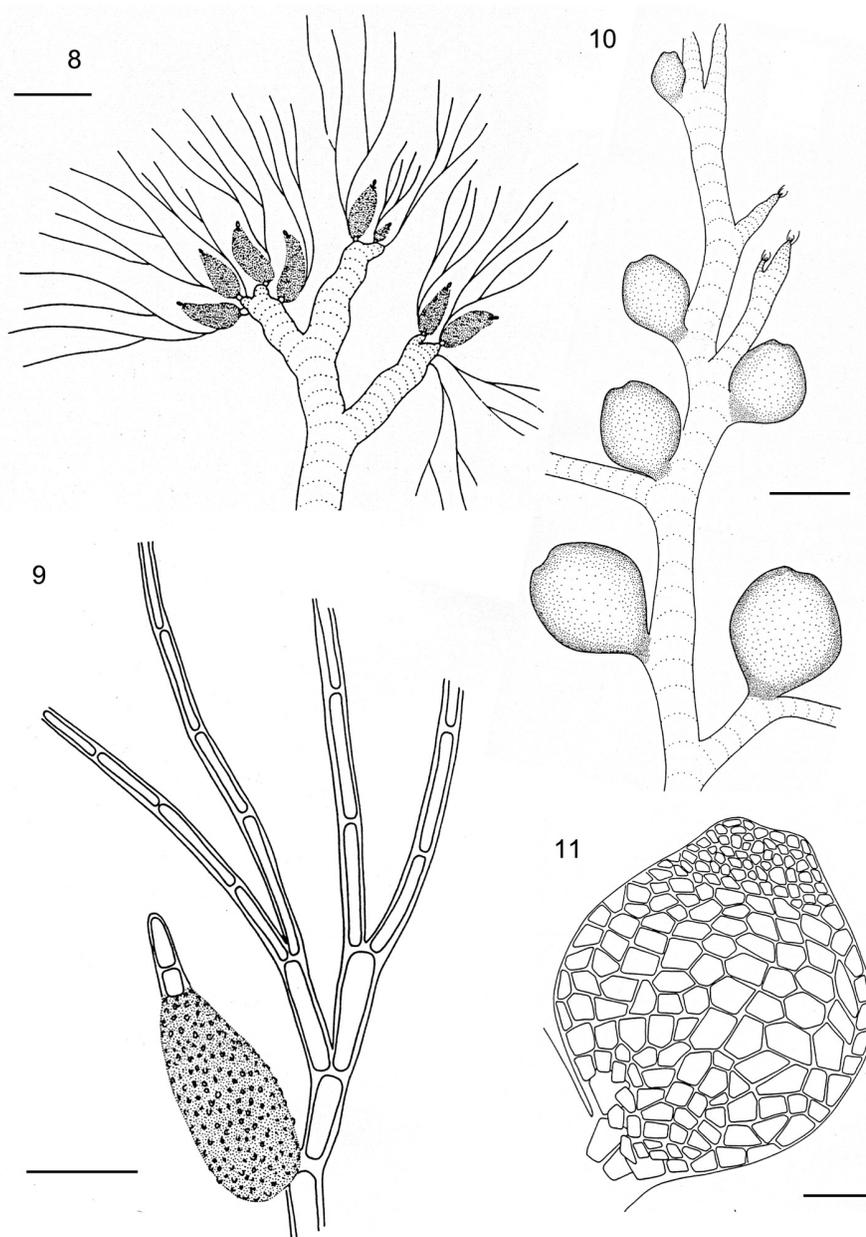
**Sinónimos:** *Polysiphonia armata* J. Agardh (1842) y *P. ramellosa* Kützting (1849).

**Distribución:** Mediterráneo; Islas Británicas, Francia e islas Canarias (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2000b).

**Material examinado:** EL HIERRO: La Restinga (20.04.1993, TFC Phyc 9442). LA PALMA: La Fajana (05.07.1993, TFC Phyc 9074). TENERIFE: Punta Hidalgo (06.11.1990, TFC Phyc 6911;



FIGS 4-7. *Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey (TFC Phyc 9066). Fig. 4. Detalle de la porción terminal del hábito (Escala = 1 mm). Fig. 5. Detalle del ápice de un eje mostrando la disposición de los tricoblastos (Escala = 100 µm). Fig. 6. Detalle de un eje mostrando la disposición helicoidal de las células pericentrales en los segmentos; en cada segmento hay una célula cicatriz, circular y más pequeña (Escala = 100 µm). Fig. 7. Sección transversal de un eje en el que se observa la célula axial rodeada por quince células pericentrales (Escala = 50 µm).



FIGS 8-11. *Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey (TFC Phyc 9438). Fig. 8. Aspecto de la porción terminal de una planta masculina mostrando la disposición de los ejes espermatangiales (Escala = 300  $\mu$ m). Fig. 9. Detalle de los ejes espermatangiales cónicos con dos células terminales estériles (Escala = 100  $\mu$ m). Fig. 10. Porción terminal de una planta femenina mostrando la disposición de los cistocarpos a lo largo de una rama (Escala = 500  $\mu$ m). Fig. 11. Detalle de un cistocarpo (Escala = 100  $\mu$ m).

06.11.1990, TFC Phyc 6960; 27.03.1991, TFC Phyc 9065; 21.02.1992, TFC Phyc 9067; 04.06.1992, TFC Phyc 9070; 11.02.1993, TFC Phyc 9437; 04.04.1993, TFC Phyc 9439; 31.05.1993, TFC Phyc 9076), Mesa del Mar (15.04.1992, TFC Phyc 9068; 10.03.1993, TFC Phyc 9438; 05.05.1993, TFC Phyc 9069), El Pris (16.07.1992, TFC Phyc 9073; 07.04.1993, TFC Phyc 9440), Puerto de la Cruz (18.03.1991, TFC Phyc 5859; 22.04.1992, TFC Phyc 9066), El Guincho (14.04.1991, TFC Phyc 9075), Garachico (01.04.1992, TFC Phyc 9071; 01.04.1992, TFC Phyc 9072), El Médano (01.06.1972, TFC Phyc 1682), La Tejita (09.04.1993, TFC Phyc 9441). LANZAROTE: Punta Pechiguerras (10.03.1980, TFC Phyc 2285), La Graciosa (28.03.1983, TFC Phyc 4511; 29.03.1983, TFC Phyc 3418; 16.04.1984, TFC Phyc 4658; 17.04.1984, TFC Phyc 4715; 18.04.1984, TFC Phyc 4617), Timanfaya (27.08.1987, TFC Phyc 5185; 27.08.1987, TFC Phyc 5223). FUERTEVENTURA: Cotillo (21.11.1992, TFC Phyc 9436), Corralejo (09.05.1993, TFC Phyc 9443).

**Hábitat y fenología:** En las islas Canarias, *Polysiphonia subulifera* crece formando grupos en el intermareal de localidades semiexpuestas o expuestas al oleaje. Habitualmente prefiere los ambientes parcialmente protegidos de la luz de los charcos de marea, donde crece epilítica junto a otras rodomeleáceas o ceramiáceas. También ha sido identificada como epífita de diversas algas como *Cystoseira humilis* Schousboe, *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, *Stypocaulon scoparium* (Linnaeus) Kützing, o diversas especies de *Sargassum*. Se trata de una especie que puede ser relativamente común en algunas localidades de las islas Canarias, en las cuales puede ser recolectada fértil durante todo el año.

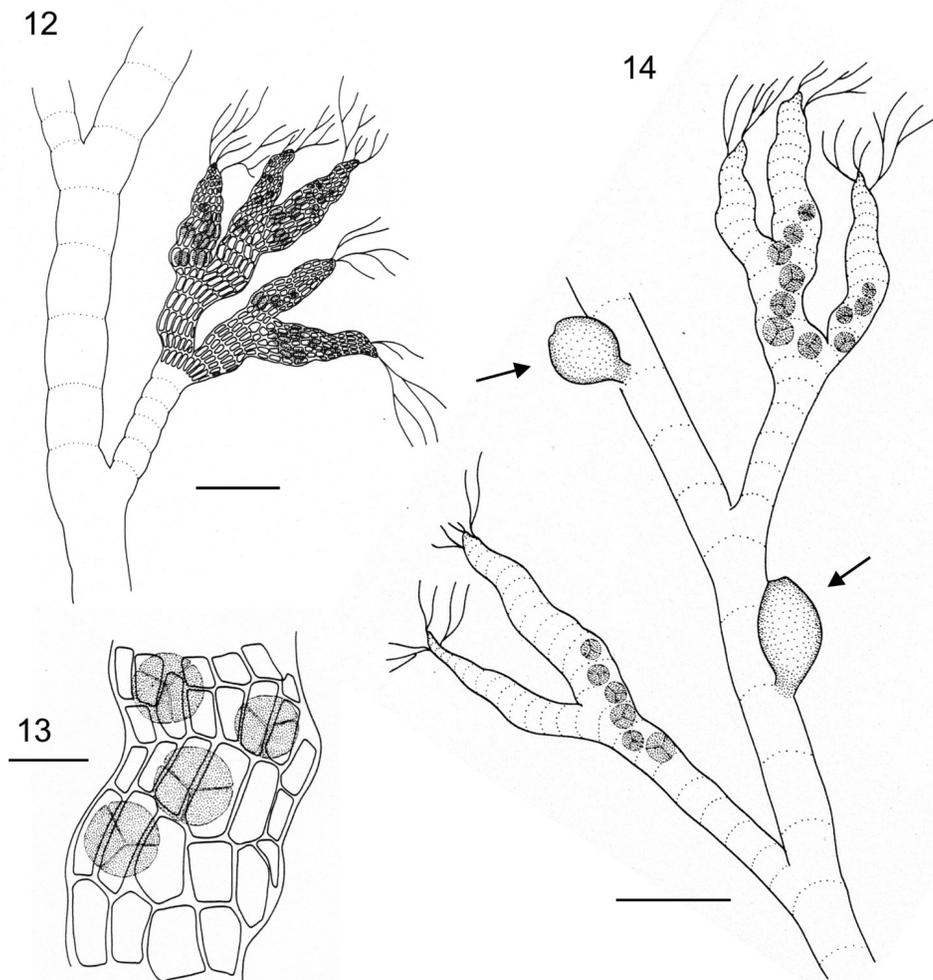
**Hábito:** Plantas de color marrón formando grupos densos de contorno irregular, de hasta 70 mm de alto y 50 mm de ancho (Figs 1-3), constituidos por numerosos ejes muy ramificados, fijos al sustrato por rizoides originados tanto desde los ejes erectos como de los postrados. Ejes erectos de hasta 0,3 mm de diámetro, ramificados de forma alterna en varios órdenes, con las últimas rámulas cortas y espiniformes (Fig. 4).

**Estructura vegetativa:** Los ejes están totalmente desprovistos de corticación (Figs 5, 6), crecen a partir de una célula apical de *c.* 10 µm de diámetro, e incrementan su grosor hasta 300 µm en las zonas próximas a la base, pero con ligeras constricciones en los segmentos. Los ejes tienen 13-15 células pericentrales dispuestas generalmente en espiral alrededor de una célula axial de menor diámetro (Fig. 7). Los segmentos en las partes medias de la planta son más largos que anchos (relación largo / ancho = 1-1,5). Los rizoides son septados, unicelulares y digitados, originados a partir de las células pericentrales. Los tricoblastos son abundantes dispuestos en espiral, uno por segmento, de hasta 250 µm de longitud, ramificados hasta 3 veces, y progresivamente atenuados desde 5 µm hasta 1,25 µm (Fig. 5). Son prontamente caducos, y dejan al caer una célula cicatriz (Fig. 6). Las ramas laterales son cortas e incurvadas, y se forman en la axila de los tricoblastos a intervalos de 4 a 5 segmentos.

**Reproducción:** Plantas dioicas. Las ramas espermatangiales se forman en grupos en los ápices de las rámulas (Fig. 8). Los ejes espermatangiales reemplazan a una rama del tricoblasto en la primera dicotomía, son cónicos, alargados, de 175-300 µm de largo y de 62-95 µm de diámetro, y con 1-2 células terminales estériles (Fig. 9). Los espermatangios son esféricos o subsféricos de hasta 5 µm de diámetro. Los cistocarpos son sésiles, y se originan tanto sobre los ejes como sobre las rámulas (Fig. 10). Son globosos o piriformes, de 600-750 µm de alto y

de 525-650  $\mu\text{m}$  de diámetro, con un ostiolo de hasta 112  $\mu\text{m}$  de diámetro. El pericarpo está formado por células poligonales dispuestas de forma irregular, de 20-75  $\mu\text{m}$  de alto por 12-78  $\mu\text{m}$  de ancho, más pequeñas alrededor del ostiolo, donde pueden medir sólo 25  $\mu\text{m}$  de alto por 20  $\mu\text{m}$  de ancho (Fig. 11). Los carposporangios son piriformes, de 112-125  $\mu\text{m}$  de alto y 32-38  $\mu\text{m}$  de diámetro. Los tetrasporangios son esféricos, de 62-88  $\mu\text{m}$  de diámetro, dispuestos en series muy espiraladas que distorsionan las rámulas (Figs 12, 13).

Fases mixtas en las que cistocarpos y tetrasporangios se desarrollaban sobre una misma planta (Fig. 14) fueron observadas en una ocasión (TFC Phyc 9072).



FIGS 12-14. *Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey. Fig. 12. Aspecto de los ejes terminales de un tetraspor fito con tetrasporangios dispuestos en series espiraladas (Escala = 500  $\mu\text{m}$ ) (TFC Phyc 9438). Fig. 13. Detalle de un eje fértil con un tetrasporangio por segmento (Escala = 100  $\mu\text{m}$ ) (TFC Phyc 9438). Fig. 14. Fase mixta: detalle de los ejes terminales de una planta portando cistocarpos (flechas) junto con tetrasporangios (Escala = 500  $\mu\text{m}$ ) (TFC Phyc 9072).

## COMENTARIOS

*Polysiphonia subulifera* es una especie muy común en muchas localidades de las islas Canarias en las que puede ser recolectada fértil a lo largo de todo el año. Ha sido identificada en todas las islas excepto La Gomera. Sin embargo, la ausencia de citas para esta isla está probablemente relacionada con los escasos estudios ficológicos que hasta el presente han sido realizados en La Gomera.

En general, las plantas de *Polysiphonia subulifera* que crecen en Canarias concuerdan bien con las descripciones previas de esta especie, y pueden ser caracterizadas principalmente por: (1) ramificación cada 4-5 segmentos; (2) rámulas cortas espiniformes, simples o ramificadas; (3) 13-15 células pericentrales dispuestas de forma helicoidal; (4) total ausencia de corticación; (5) presencia en cada segmento de una célula cicatriz; y (6) marcada espiralización de las ramas que portan los tetrasporangios. Solamente el número de células pericentrales (13-15) es ligeramente superior a las 12-13 observadas por Maggs & Hommersand (1993) en las poblaciones de las Islas Británicas. Sin embargo, el número de células pericentrales en las especies de la sección *Polysiphonia* suele mostrar un cierto grado de variación a lo largo del área de distribución de una especie (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2007).

Por su hábito, *Polysiphonia subulifera* muestra un gran parecido con *Boergeseniella fruticulosa* (Wulfen) Kylin (ver Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2000c) pero se distingue de esta última por carecer sus ejes de corticación. También por el número de células pericentrales y por la ausencia de corticación, *Polysiphonia subulifera* podría ser confundida con *P. tripinnata*, pero en esta última especie las ramas surgen reemplazando a los tricoblastos (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2007).

Maggs & Hommersand (1993) señalaron que en las poblaciones de *Polysiphonia subulifera* de las Islas Británicas, la reproducción probablemente tenía lugar por fragmentación ya que en los especímenes por ellos examinados no encontraron ningún tipo de estructura reproductora especializada, ni vegetativa ni sexual. Haritonidis & Tsekos (1976) y Athanasiadis (1987), sólo hicieron referencia a plantas estériles de *P. subulifera* en sus trabajos sobre las costas de Grecia. Por otro lado, Børgesen (1930), en las islas Canarias, y Feldmann (1942) en el Mediterráneo, señalaron los tetrasporangios como la única estructura reproductora. Durante la realización de nuestros estudios en las Rhodomelaceae de las islas Canarias (Rojas-González, 1997) tuvimos la oportunidad de recolectar numerosos gametófitos fértiles, tanto espermatangiales como cistocápicos, y describimos las estructuras reproductoras sexuales por primera vez (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2000b).

Børgesen (1930) describió la presencia de dos tetrasporangios por segmento en plantas recolectadas por Sauvageau en Puerto de la Cruz (Tenerife) creciendo epífitas sobre diversas especies de *Cystoseira*. Sin embargo, en los numerosos tetrasporófitos fértiles que hemos tenido la oportunidad de examinar durante nuestros estudios, hemos observado siempre un único tetrasporangio por segmento. Pero como los segmentos fértiles están muy próximos y con frecuencia parcialmente superpuestos debido a la marcada espiralización de las ramas en las que se forman los tetrasporangios, es posible, que en los especímenes examinados por Børgesen, éstos presentaran la apariencia de disponerse en pares por segmento.

Por último, en las algas rojas, la presencia simultánea en una misma planta de estructuras reproductoras sexuales (ejes espermatangiales o cistocarpos) y estructuras asexuales (tetrasporangios) se conoce como 'fase mixta', y ha sido ocasionalmente documentada,

tanto en poblaciones naturales como en cultivos realizados en condiciones de laboratorio (Choi & Lee, 1996). Ocurre en especies cuyo ciclo vital consiste en una alternancia isomórfica de generaciones tipo *Polysiphonia* (West & Hommersand, 1981), y se han documentado en algunos miembros de Gracilariales y Ceramiales, principalmente de las familias Gracilariaceae, Ceramiaceae y Rhodomelaceae (West & Hommersand, 1981; Prieto *et al.*, 1991; Aguilar-Rosas *et al.*, 2006). En Canarias, esta anomalía reproductora había sido observada en poblaciones naturales de las Ceramiaceae *Ceramium rubrum* (Hudson) C. Agardh y *Spermothamnion repens* (Dillwyn) Rosenvinge (Sansón, 1993) y de la Rhodomelaceae *Osmundea pinnatifida* (Hudson) Stackhouse [Hernández-González & Gil-Rodríguez, 1994; como *Laurencia pinnatifida* (Hudson) Lamouroux].

En el género *Polysiphonia* la formación de fases mixtas se ha documentado para varias especies: *P. stricta* (Dillwyn) Greville [Edelstein & McLachlan, 1967; Lawson & Russell, 1967; como *P. urceolata* (Dillwyn) Greville], *P. boldii* Wynne et Edwards (Rueness, 1973), *P. atlantica* Kapraun et Norris (Pérez-Cirera, 1982; como *P. macrocarpa* Harvey), *P. paniculata* Montagne (Aguilar-Rosas & Aguilar-Rosas, 1984), *P. morrowii* Harvey (Lee & Lee, 1991) y *P. confusa* Hollenberg (Aguilar-Rojas *et al.*, 2006). También en el recientemente descrito género *Neosiphonia* se han observado fases mixtas en *N. harlandii* (Harvey) Kim et Lee (Cheung *et al.*, 1984; como *Polysiphonia harlandii* Harvey). El hallazgo de una fase mixta en *Polysiphonia subulifera* (tetrasporangios y cistocarpos en una misma planta) es la primera vez que se describe en esta especie, y constituye también la primera ocasión en la que se observa en una especie de *Polysiphonia* de las islas Canarias.

De acuerdo con Choi & Lee (1996) las fases mixtas probablemente representan una expresión de la estructura reproductiva de los genes, debido a la mutación de los múltiples alelos que determinan el sexo. Aparentemente, las plantas haploides (gametófitos) tienen la potencialidad para producir estructuras femeninas, masculinas o esporangios, ya que todos los genes que regulan la morfogénesis de los procarpos/cistocarpos, los ejes espermatangiales y los tetrasporangios están presentes en el genoma haploide (Lee *et al.*, 2001). En las plantas con fases mixtas cistocarpos / tetrasporangios, como las observadas en *Polysiphonia subulifera*, los tetrasporangios tendrían un origen apomítico.

## AGRADECIMIENTOS

A Marta Sansón y Candelaria Gil-Rodríguez por la revisión crítica del manuscrito, sus comentarios y sugerencias.

## BIBLIOGRAFÍA

- AFONSO-CARRILLO, J. & M. SANSÓN (1999). *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave analítica*. Materiales Didácticos Universitarios. Serie Biología 2. SPULL. Tenerife. 254 pp.
- AGARDH, C.A. (1827). Aufzählung einiger in den österreichischen Ländern gefundenen neuen Gattungen und Arten von Algen, nebst ihrer Diagnostik und beigefügten Bemerkungen. *Flora* 10: 625-646.

- AGARDH, J.G. (1842). *Algae maris mediterranei et adriatici, observationes in diagnosin specierum et dispositionem generum*. Fortin, Masson et Cie., Paris. pp. x + 164.
- AGARDH, J.G. (1863). *Species, genera et ordines algarum*. Part 3, fasc. 2. C.W.K. Gleerup, Lundae [Lund]. pp. 787-1139 + 1158-1291.
- AGUILAR-ROSAS, R. & L.E. AGUILAR-ROSAS (1984). Presencia de las fases carposporofita y tetrasporofita sobre el mismo talo en *Polysiphonia paniculata* Mont. *Ciencias Marinas* 10: 181-183.
- AGUILAR-ROSAS, R., L.E. AGUILAR-ROSAS & F.F. PEDROCHE (2006). Descripción de talos espermatangiales y combinación de fases en *Polysiphonia confusa* (Rhodomelaceae, Rhodophycota). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 1-6.
- ATHANASIADIS, A. (1987). *A survey of the seaweeds of the Aegean Sea with taxonomic studies on species of the tribe Antithamnieae (Rhodophyta)*. Department of Marine Botany, University of Gothenburg. vii + 174 pp.
- BØRGESEN, F. (1930). Marine algae from the Canary Islands especially from Teneriffe and Gran Canaria. III. Rhodophyceae, Part III, Ceramiales. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Meddelelser* 9(1): 1-159.
- CHEUNG, K.W., K.Y. LEE & I.J. HODGKISS (1984). The occurrence of tetrasporangia and cystocarps on the same thalli in *Polysiphonia harlandii* (Rhodophyta: Ceramiales). *Botanica Marina* 27: 571-572.
- CHOI, H.-G. & I.K. LEE (1996). Mixed-phase reproduction in *Dasysiphonia chejuensis* (Rhodophyta) from Korea. *Phycologia* 35: 9-18.
- COPPEJANS, E. (1983). Iconographie d'algues Méditerranéées. Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta. *Bibliotheca Phycologica* 63: 1-28, 367 plates.
- EDELSTEIN, T. & J. MCLACHLAN (1967). Cystocarps and tetrasporangia on the same thallus in *Membranoptera alata* and *Polysiphonia urceolata*. *British Phycological Bulletin* 3: 185-187.
- FELDMANN, J. (1942). Les algues marines de la côte des Albères, IV. Rhodophycées (fin). *Travaux algologique* 1: 29-113.
- FELDMANN, J. (1981). Clé des *Polysiphonia* des côtes françaises. *Cryptogamie, Algologie* 2: 71-77.
- GONZÁLEZ-RUIZ, S., J. REYES, M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1995). Flora marina de Cotillo, noroeste de Fuerteventura (Islas Canarias). *Vieraea* 24: 13-38.
- GREVILLE, R.K. (1823). *Scottish cryptogamic flora*. Vol. 2 (fasc. 7-12), Plates 31-60. MacLachlan & Stewart. Baldwin, Craddock & Joy. Edinburgh & London.
- HARITONIDIS, S. & I. TSEKOS (1975). Marine algae of northern Greece. *Botanica Marina* 18: 203-221.
- HAROUN, R.J., M.C. GIL-RODRÍGUEZ, J. DÍAZ DE CASTRO & W.F. PRUD'HOMME VAN REINE (2002). A checklist of the marine plants from the Canary Islands (central eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina* 45: 139-169.
- HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M.C. & M.C. GIL-RODRÍGUEZ (1994). Existence of plants bearing tetrasporangia and spermatangial receptacles (mixed phases) in the genus *Laurencia* Lamouroux (Rhodomelaceae). *Nova Hedwigia* 59: 189-194.

- HOEK, C. VAN DEN (1984). World-wide latitudinal and longitudinal seaweed distribution patterns and their possible causes, as illustrated by the distribution of Rhodophytan genera. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 38: 227-257.
- HOLMGREN, P.K., N.H. HOLMGREN & L.C. BARNETT (1990). *Index Herbariorum, Pt 1: The Herbaria of the World*, 8th ed. New York, Bronx, New York Botanical Garden, x + 693 p. [*Regnum Vegetabile*, vol. 20].
- JOHNSTON, C.S. (1969). Studies on the ecology and primary production of Canary Islands marine algae. *Proceedings International Seaweed Symposium* 6: 213-222.
- JORGE, D., N. GONZÁLEZ & E. DELGADO (1986). Macrofitobentos del litoral del Puerto de Las Nieves (Gran Canaria). *Botanica Macaronesica* 12-13: 111-122.
- KÜTZING, F.T. (1849). *Species Algarum*. Brockhaus, Leipzig. 922 pp.
- KÜTZING, F.T. (1864). *Tabulae phycologicae*. Vol. 14 pp. (III +) 35, 100 plates. Nordhausen.
- LAWSON, R.P. & G. RUSSELL (1967). Simultaneous occurrence of carposporophytes and tetrasporangia in *Polysiphonia urceolata*. *British Phycological Journal* 3: 249-250.
- LEE, W.J. & I.K. LEE (1991). Mixed phases reproduction of *Polysiphonia morrowii* Harvey (Rhodomelaceae, Rhodophyta) in culture. *Japanese Journal of Phycology* 39: 115-121.
- LEE, Y.K., M.S. HWANG & I.K. LEE (2001). Sexual differentiation of *Griffithsia monilis* (Ceramiales, Rhodophyta) in hybrids between female and male thalli. *Botanica Marina* 44: 547-557.
- MAGGS, C.A. & M.H. HOMMERSAND (1993). *Seaweeds of the British Isles. Volume 1. Rhodophyta. Part 3A. Ceramiales*. HMSO, London. xv + 444 pp.
- NEWTON, L. (1931). *A handbook of the British seaweeds*. xiii + 478 pp. London.
- PÉREZ-CIRERA, J.L. (1982). Cistocarpos en el tetrasporófito de *Polysiphonia macrocarpa* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Collectanea Botanica* 13: 887-891.
- PRIETO, I., R. WESTERMEIER & D. MULLER (1991). Variación de fenofases de *Gracilaria chilensis* Bird, McLachlan and Oliveira (Rhodophyta, Gigartinales), en condiciones laboratorio y cultivo. Presencia de fases mixtas. *Revista Chilena de Historia Natural* 64: 343-352.
- ROJAS-GONZÁLEZ, B. (1997). *Estudio de las especies de la Familia Rhodomelaceae (Rhodophyta), con exclusión de las Tribus Chondrieae y Laurencieae, en las Islas Canarias*. Tesis Doctoral [no publicada]. Universidad de La Laguna. La Laguna, Islas Canarias. 647 pp.
- ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2000a). Notas corológicas sobre algas rojas Rhodomelaceae de las islas Canarias. *Vieraea* 28: 119-125.
- ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2000b). Notes on Rhodomelaceae (Rhodophyta) from the Canary Islands: observations on reproductive morphology and new records. *Botanica Marina* 43: 147-155.
- ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2000c). Morfología y distribución de *Boergeseniella fruticulosa* en las islas Canarias (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *Vieraea* 28: 127-136.

- ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2007). Morfología y distribución de las especies de *Polysiphonia* de las islas Canarias. 1. *Polysiphonia opaca* y *P. tripinnata* (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *Vieraea* 35: 121-134.
- RUENESS, J. (1973). Speciation in *Polysiphonia* (Rhodophyceae, Ceramiales) in view of hybridization experiments: *P. hemisphaerica* and *P. boldii*. *Phycologia* 12: 107-109.
- SANSÓN, M. (1993). Presencia de tetrasporangios y carposporófitos / procarpos en una misma planta en *Ceramium rubrum* y *Spermothamnion repens* (Ceramiaceae, Rhodophyta) en las islas Canarias. p. 54. Libro de Resúmenes X Simposio Nacional de Botánica Criptogámica. Universidad de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife. 231 pp.
- SAUVAGEAU, C. (1912). A propos des *Cystoseira* de Banyuls et Guéthary. *Bulletin Station Biologique Arcachon* 14: 133-556.
- WEST, J.A. & M.H. HOMMERSAND (1981). Rhodophyta: life histories. In: *The biology of seaweeds*. (Lobban, C.S. & M.J. Wynne Eds), pp. 133-193. University of California Press, Berkeley & Los Angeles.