

**Estudio del fitobentos en el sublitoral  
de las islas Salvajes:  
análisis de su flora marina y  
nuevas aportaciones al catálogo florístico**

---

**Study of phytobenthos in the sublittoral  
of the Selvagem Islands:  
analysis of its marine flora and  
new contributions to the floristic checklist**



**Ana Ramírez Lizán**

Tutora: Marta Sansón Acedo (ULL)  
Cotutor: Enric Ballesteros Sagarra (CEAB-CSIC)

**Máster en Biología Marina: Biodiversidad y Conservación**

**Julio 2019**

MARTA SANSÓN ACEDO, Profesora Titular del Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal de la Universidad de La Laguna, y ENRIC BALLESTEROS SAGARRA, Investigador científico del Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC)

## HACEN CONSTAR

Que la memoria presentada por la Graduada en Biología **Ana Ramírez Lizán**, titulada *Estudio del fitobentos en el sublitoral de las islas Salvajes: análisis de su flora marina y nuevas aportaciones al catálogo florístico*, ha sido realizada bajo nuestra dirección, alcanzando todas las competencias, condiciones de calidad y rigor científico que se requieren para optar a su presentación y defensa como Trabajo de Fin de Máster, en el Máster Universitario en Biología Marina: Biodiversidad y Conservación de la Universidad de La Laguna, curso 2018-2019.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmamos el presente certificado, en San Cristóbal de La Laguna, a 5 de junio de 2019.

SANSON  
ACEDO  
MARTA  
ISABEL -  
42068614G

Firmado digitalmente por  
SANSON ACEDO MARTA  
ISABEL - 42068614G  
Nombre de reconocimiento  
(DN): c=ES,  
serialNumber=IDCES-420686  
14G, givenName=MARTA  
ISABEL, sn=SANSON ACEDO,  
cn=SANSON ACEDO MARTA  
ISABEL - 42068614G  
Fecha: 2019.06.24 09:23:30  
+02'00'

Firmado por BALLESTEROS SAGARRA  
ENRIQUE - DNI 46216218H el día  
24/06/2019 con un certificado  
emitido por AC Administración  
Pública

Fdo. Dra. Marta Sansón

Fdo. Enric Ballesteros

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MATERIAL Y MÉTODOS .....	2
2.1. Área de estudio y realización de muestreos .....	2
2.2. Estudio del material recolectado .....	5
2.3. Análisis de los datos .....	7
3. RESULTADOS .....	8
3.1. Catálogo florístico .....	10
3.2. Similitud entre floras de archipiélagos macaronésicos .....	19
3.3. Aportaciones de nuevas especies .....	22
3.3.1. <i>Rivularia bullata</i> Berkeley ex Bornet & Flahault .....	24
3.3.2. <i>Schizothrix calcicola</i> Gomont .....	25
3.3.3. <i>Aglaothamnion cordatum</i> (Børgesen) Feldmann-Mazoyer .....	27
3.3.4. <i>Centroceras gasparrinii</i> (Meneghini) Kützing .....	30
3.3.5. <i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V. Lamouroux .....	33
3.3.6. <i>Hydrolithon boreale</i> (Foslie) Y.M.Chamberlain .....	35
3.3.7. <i>Peyssonnelia inamoena</i> Pilger .....	38
3.3.8. <i>Dictyota canariensis</i> (Grunow) Tronholm .....	40
3.3.9. <i>Dictyota pleiacantha</i> Tronholm .....	42
3.3.10. <i>Lobophora canariensis</i> (Sauvageau) C.W. Vieira, De Clerck & Payri .....	44
3.3.11. <i>Pseudotetraspora marina</i> Wille .....	47
3.3.12. <i>Parvocaulis parvulus</i> (Solms-Laubach) S.Berger, Fettweiss, Gleissberg .....	49
3.3.13. <i>Caulerpa mexicana</i> Sonder ex Kützing .....	51
4. DISCUSIÓN .....	53
5. CONCLUSIONES .....	55
6. AGRADECIMIENTOS .....	56
7. REFERENCIAS .....	56

## Resumen

El estudio del fitobentos del sublitoral de las islas Salvajes se ha desarrollado a partir de muestras recolectadas en el proyecto *Pristine Seas* (National Geographic), cuyo objetivo fue localizar, estudiar y proteger las últimas zonas salvajes de los océanos que todavía no han sido antropogénicamente muy alteradas. El estudio y análisis de los muestreos del fitobentos han supuesto una gran oportunidad para contribuir al conocimiento de la flora y vegetación marina de las islas situadas en el Atlántico nororiental que, en conjunto, constituyen los archipiélagos macaronésicos. Estas islas se caracterizan por presentar una alta diversidad de algas marinas, con una riqueza aún por descubrir. Se analiza y actualiza el catálogo del fitobentos de las islas Salvajes, que queda constituido por 324 especies de algas, de las cuales 8 pertenecen a Cyanobacteria, 183 a Rhodophyta, 75 a Phaeophyceae y 58 a Chlorophyta, lo que representa el 14% del total de especies de algas marinas de estos archipiélagos. Con un índice R/P de 2,4, la flora marina de Salvajes muestra una afinidad más templada que la de las islas Canarias, geográficamente muy próximas. Se documenta el hallazgo de 13 nuevas especies para la flora de Salvajes: las cianobacterias *Rivularia bullata* y *Schizothrix calcicola*, los rodófitos *Aglaothamnion cordatum*, *Centroceras gasparrinii*, *Amphiroa beauvoisii*, *Hydrolithon boreale* y *Peyssonnelia inamoena*, las feofíceas *Dictyota canariensis*, *Dictyota pleiacantha* y *Lobophora canariensis*, y los clorófitos *Pseudotetraspora marina*, *Parvocaulis parvulus* y *Caulerpa mexicana*. De todas estas especies, se incluye un estudio detallado de su morfología vegetativa y reproductora con fotografías originales, detalles sobre su hábitat y observaciones de interés.

**Palabras clave:** archipiélagos macaronésicos, catálogo, fitobentos, islas Salvajes, nuevas especies, sublitoral.

## Abstract

The study of the sublittoral phytobenthos of Salvagem Islands was carried out from samples collected during the project *Pristine Seas* (National Geographic), which aim is locating, studying and protecting the last wild areas of the oceans that have not yet been anthropogenically altered. The study and analysis of phytobenthic samplings has been a great opportunity to contribute to the knowledge of the marine flora and vegetation of the islands located in the northeastern Atlantic, which together constitute the Macaronesian archipelagos. These islands are characterized by a diversity of marine algae, with a richness to be discovered yet. The high diversity of the phytobenthos of the Salvagem Islands is analyzed and updated, resulting in 324 species of algae, 8 belonging to Cyanobacteria, 183 to Rhodophyta, 75 to Phaeophyceae and 58 to Chlorophyta, which represents 14% of the total species of these archipelagos. With a R/P index of 2.4, the marine flora of the Salvagem Islands shows a more temperate affinity than that of the Canary Islands, which are geographically very close. The finding of 13 new species for the Salvagem flora is documented: the cyanobacteria *Rivularia bullata* and *Schizothrix calcicola*, the red algae *Aglaothamnion cordatum*, *Centroceras gasparrinii*, *Amphiroa beauvoisii*, *Hydrolithon boreale* and *Peyssonnelia inamoena*, the brown algae *Dictyota canariensis*, *Dictyota pleiacantha* and *Lobophora canariensis*, and the green algae *Pseudotetraspora marina*, *Parvocaulis parvulus* and *Caulerpa mexicana*. Of all these species, a detailed study of their vegetative and reproductive morphology is included with original photographs, details about their habitat and observations of interest.

**Key words:** catalog, Macaronesian archipelagos, new species, phytobenthos, Salvagem Islands, sublittoral.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las Islas Salvajes son uno de los cuatro archipiélagos que conforman la Región Biogeográfica de la Macaronesia, junto con Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde, aunque este último archipiélago tiene afinidades más tropicales y, en ocasiones, se considera fuera de este grupo. Esta región, situada en el Atlántico norte y próxima a las costas europeas y africanas, se caracteriza por compartir un origen volcánico-oceánico. El clima responde a los vientos alisios procedentes del noreste y a la corriente de Canarias, pero varía y se modifica por la orografía y orientación de cada uno de los archipiélagos (Almeida, 2013). En el caso de las islas Salvajes (**Figura 1**), el clima es seco y cálido de carácter subtropical, y presenta una estación lluviosa en invierno (Campos & Granadeiro, 1999). Debido a sus características biogeográficas, esta región presenta elevada biodiversidad y endemidad, lo cual se plasma en el ambiente marino, donde habita una fauna única influenciada por el Mediterráneo y el oeste de África y Europa (Friedlander *et al.*, 2017). Su flora también es rica y diversa, aunque desde el punto de vista marino estas islas actúan más como lugar de encuentro de especies con diferentes orígenes (tropicales americanas, europeas, mediterráneas) que como lugar de aislamiento y endemidad (Sansón *et al.*, 2001).



**Fig. 1** – Fotografía desde mar de las Islas salvajes. A la izquierda Salvaje Grande (tomada por Emanuel Gonçalves) y a la derecha Salvaje Pequeña.

El archipiélago de las Salvajes fue declarado Reserva Natural estricta en 1971 por el gobierno portugués (Granadeiro *et al.*, 2006, Friedlander *et al.*, 2017). Desde entonces las islas Salvajes han adquirido diversas categorías en el ámbito de la conservación. La Comisión Europea incluye a estas islas en la Red Natura 2000 como Área de Especial Protección para las Aves (ZEPA), protegiéndolas con su legislación. La Reserva Marina se encuentra estrictamente protegida y controlada, siendo la población local de cuatro

habitantes que corresponden con los guardabosques y la policía marina. Las visitas y actividad humana se encuentran controladas, lo cual ha permitido que la reserva se convierta en un santuario de especies tanto terrestres como marinas.

Debido a su escaso impacto antrópico, las islas Salvajes han sido objetivo de estudio para equipos de investigación y proyectos, como es el caso de *Pristine Seas*. Este proyecto fue desarrollado por la organización National Geographic, con el objetivo de localizar, estudiar y proteger las últimas zonas salvajes de los océanos que todavía no han sido alteradas por el hombre. Las islas Salvajes son uno de los enclaves naturales que forman parte del proyecto, donde se llevaron a cabo estudios de las comunidades bentónicas y de peces, para comprobar la eficacia de la reserva en comparación con otras islas con mayor impacto antrópico, como Madeira (Friedlander *et al.*, 2017).

Los muestreos llevados a cabo durante el proyecto *Pristine Seas* permitió a uno de los tutores del presente trabajo (E. Ballesteros) recoger información sobre la flora marina de Salvajes así como recolectar muestras seleccionadas en diversas localidades de este enclave protegido. El presente trabajo (TFM) tiene como objetivos principales (i) analizar y actualizar el catálogo de la flora marina bentónica sublitoral de la Reserva Marina, (ii) realizar una comparación de la composición florística de Salvajes con las del resto de archipiélagos macaronésicos, de mayor influencia antrópica, y (iii) estudiar en detalle las especies no documentadas previamente para Salvajes, constituyendo así nuevas citas para su flora marina.

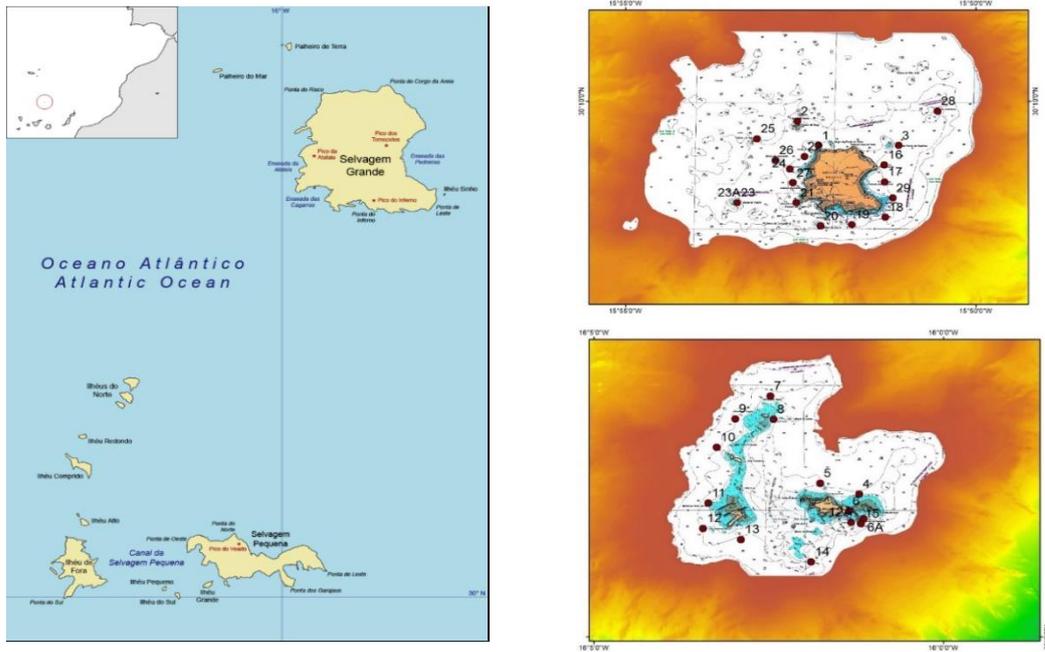
## **2. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudio y realización de muestreos**

El estudio fue llevado a cabo en las islas Salvajes, localizadas entre las coordenadas N30°01'30''- N30°10'12''; W16°03'18'' - W15°50'0'', en el Océano Atlántico centro oriental (**Figura 2**). Pertenecen a la ecorregión de la provincia Lusitánica, también denominada Región Templado Cálida del Atlántico oriental (RTCAO; Hoek, 1975; Lüning, 1990), y se encuentran situadas a unos 290 km al sureste de Madeira y 170 km al norte de Tenerife (Friedlander *et al.*, 2017).

Las dos islas principales (Salvaje Grande y Salvaje Pequeña) están separadas por una distancia de aproximadamente 21 km y, junto a los islotes colindantes, conforman

una superficie total terrestre de 2,73 km<sup>2</sup>. Salvaje Grande se caracteriza por la presencia de altas costas acantiladas, con amplias plataformas rocosas, mientras que Salvaje Pequeña y Pitón Grande presentan una superficie más reducida, quedándose esta última prácticamente sumergidas durante las pleamares. En cuanto al área marina, la Reserva Natural, declarada por Decreto del 29 de Octubre de 1971, abarca un total de 34 km<sup>2</sup> incluyendo la plataforma que alcanza los 200 metros de profundidad (Parente *et al.*, 2000).



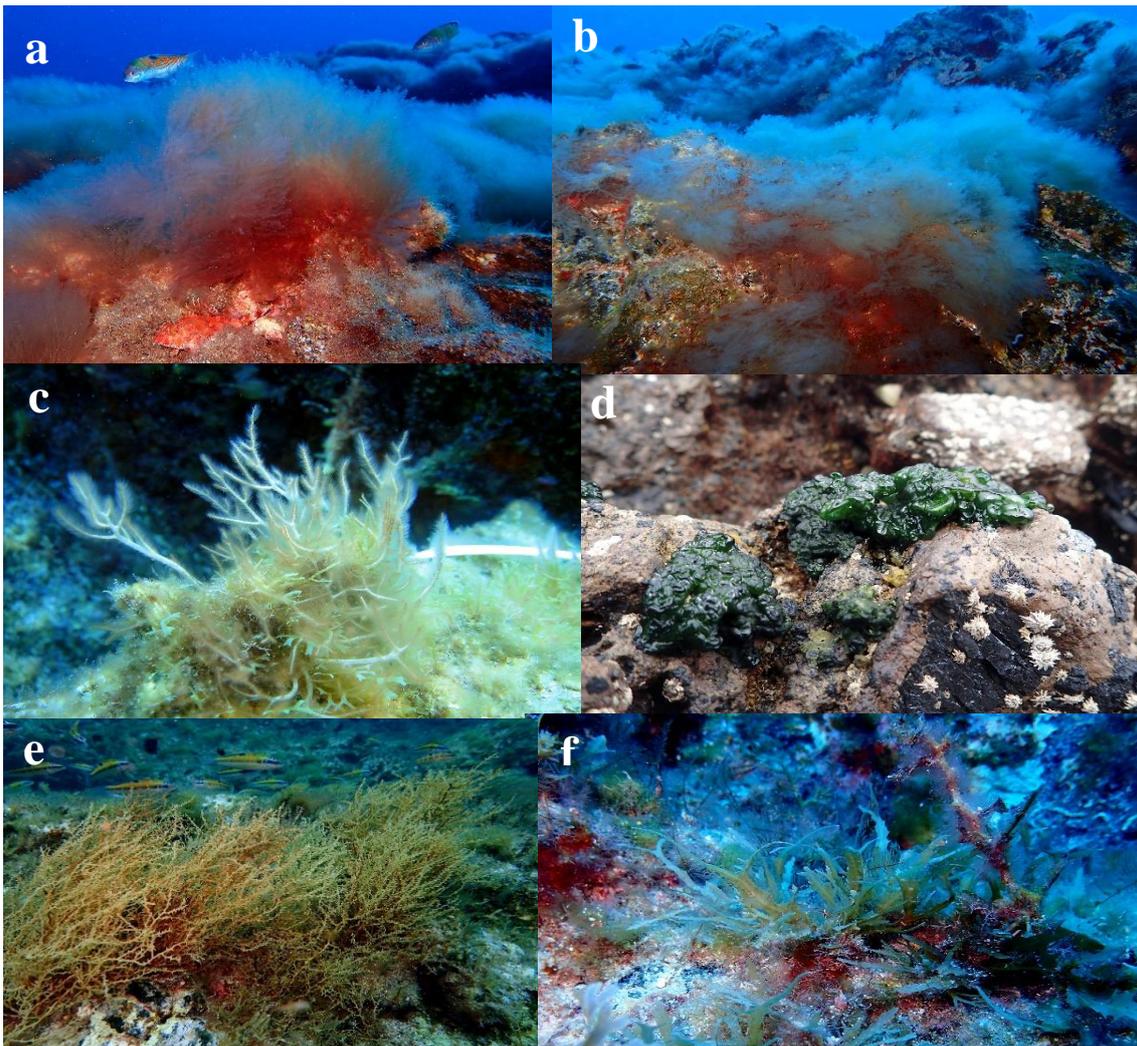
**Fig. 2** – Mapa del archipiélago de las islas Salvajes y su localización respecto a Madeira, Canarias y las costas africana y peninsular. A la derecha Salvaje Grande (arriba) y Salvaje Pequeña (abajo) con la localización de los 29 puntos de muestreo.

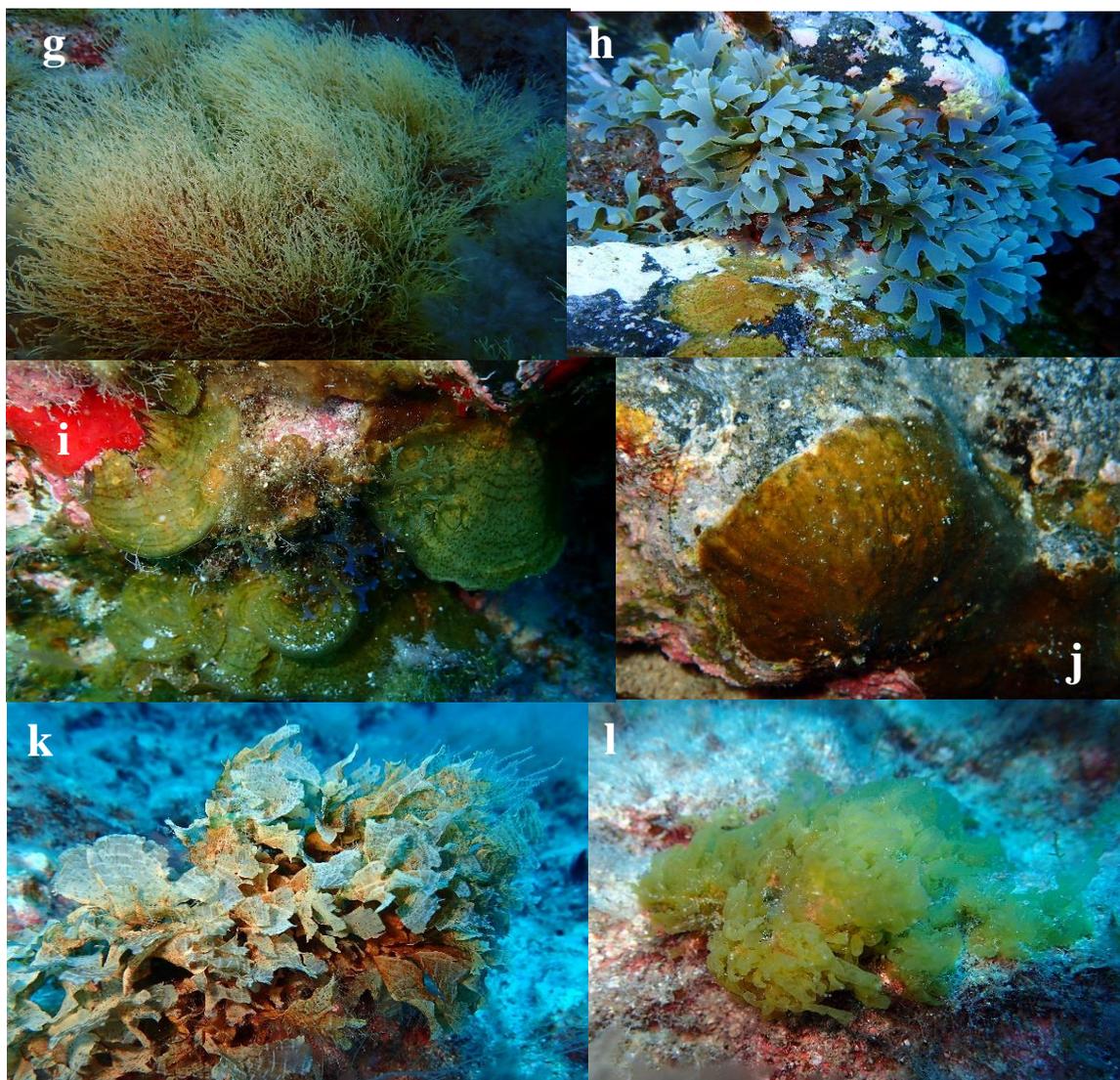
La toma de muestras se realizó durante el mes de septiembre de 2015, llevando a cabo sondeos *in situ* de algas en el sublitoral, a profundidades de 10 m, 20 m y otras profundidades, además de en la zona intermareal en visitas esporádicas. Se tomaron muestras en 29 localidades, 17 en Salvaje Grande y 12 en Salvaje Pequeña (**Figura 2**).

Las estaciones de muestreo correspondieron a fondos con hábitats rocosos, siendo seleccionadas de manera aleatoria entre los dos niveles batimétricos, y separadas entre sí por aproximadamente un kilómetro de distancia.

Durante los muestreos también se realizaron sondeos de peces y macroinvertebrados bentónicos, que no se analizan en este estudio. De esta forma, el bentos se caracterizó a lo largo de dos transectos de 50 metros paralelos a la línea de costa a cada profundidad y estación de muestreo, utilizando una cinta métrica.

La toma de muestras de cobertura de las especies de algas en la zona de estudio se llevó a cabo a partir de los transectos, realizando “point contact” cada 20m y obteniendo de esta forma 250 puntos por transecto. En cuanto a los invertebrados vágiles, se cuantificaron utilizando 25 cuadrantes de 50x50 cm situados de manera aleatoria a lo largo de cada uno de los transectos. Para el análisis de la cobertura se simplificaron los datos considerando los grupos morfofuncionales siguientes: algas filamentosas (< 3 cm de altura, como por ej. *Caulerpa webbiana* y *Cottoniella filamentosa* (**Figura 3a**), algas filiformes ramificadas (*Halopteris scoparia*), algas erectas corticadas (*Cystoseira abies-marina*, *Sargassum* spp.) (**Figura 3e,f**), algas erectas laminares (*Lobophora* sp.) (**Figura 3j**) y *Padina pavonica*) y algas coralinales incrustantes (*Neogoniolithon* spp.). Además, se consideraron los invertebrados sésiles (*Balanus* sp.) y las zonas de roca desnuda en el cálculo de la cobertura total.





**Fig. 3** – Algunas especies estructurantes y de interés de la zona de estudio. **a.** *Cottoniella filamentosa*. **b.** *Lophocladia trichoclados*. **c.** *Dasya baillouviana*. **d.** *Rivularia bullata*. **e.** *Cystoseira abies-marina*. **f.** *Sargassum* sp. **g.** *Dictyota* sp. **h.** *Dictyota canariensis* **i.** *Lobophora canariensis*. **j.** *Lobophora* sp. **k.** *Styopodium zonale* **l.** *Pseudotetraspora marina*

## **2.2. Estudio del material recolectado**

A lo largo de los transectos se recolectaron algas con el fin de proceder a confirmar la identificación en el laboratorio. Las algas recolectadas se almacenaron en botes y se fijaron con formaldehído para su posterior identificación en el laboratorio. En algunos casos, pequeños fragmentos fueron separados y conservados previamente en pequeñas bolsas con silica-gel para poder ser utilizados en estudios genéticos posteriores. Todo el material fue debidamente etiquetado recogiendo la estación y la fecha de recolección.

Para el estudio de las muestras, los especímenes fueron separados en placas de Petri con ayuda de pinzas y agujas enmangadas, realizando en primer lugar una observación macroscópica para estudiar los caracteres en visión superficial de las especies de mayor tamaño. A continuación, se procedió a una observación a mayor aumento con la ayuda de un microscopio estereoscópico Leica EZ4 (Leica Geosystems, Alemania), con el fin de identificar y separar especímenes difíciles de detectar, ya sea por su pequeño tamaño, la pérdida de coloración o por presentarse mezclados en formaciones cespitosas.

Para un estudio más detallado de la morfología se realizaron preparaciones microscópicas, generalmente desechables, de estructuras de interés para la identificación, tales como ápices de crecimiento, tipos celulares o estructuras reproductoras. Las preparaciones microscópicas montadas en agua permitieron observar estructuras de pequeño tamaño en visión superficial, así como la estructura de especímenes de organización simple (filamentosa, sifonocladal, sifonal). En el caso de especies que presentaron una organización compleja (pseudoparenquimatosa, parenquimatosa), se llevaron a cabo secciones transversales con la ayuda de una hojilla de afeitar, y se depositaron sobre un portaobjetos con unas gotas de agua formolada, cubriéndose con un cubreobjetos y siendo observadas posteriormente en un microscopio óptico Leica DM500 (Leica Geosystems, Alemania).

En el caso de algunas especies de algas rojas que habían perdido la coloración, se llevó a cabo una tinción con una solución acuosa de azul de anilina al 1%, dejando actuar durante 5-10 minutos y eliminando el exceso de colorante con papel. En el caso de especies con estructuras ricas en carbonato cálcico, previo a la tinción se aplicaron unas gotas de ácido clorhídrico y se dejó actuar durante 5 minutos hasta que se completó la descalcificación de las estructuras. Una vez completado el tratamiento de las muestras, se colocó un cubreobjetos y se procedió a su observación al microscopio óptico. Para la toma de medidas de los hábitos y las estructuras macroscópicas, se utilizó papel milimetrado, mientras que para las medidas de las estructuras microscópicas fue necesario un micrómetro adaptado a un ocular de un microscopio Zeiss (Carl Zeiss, Alemania).

El material examinado fue depositado en TFC Phyc (Herbario de la Universidad de La Laguna-SEGAI, Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal), como pliegos de herbario o material conservado en medio líquido (formaldehído al 4% en agua de mar).

La identificación de las muestras, hasta la categoría de especie cuando fue posible, fue realizada con la ayuda de claves analíticas junto con bibliografía especializada, siguiendo los criterios de identificación y las autorías de las especies en Afonso-Carrillo & Sansón (1999) y Guiry & Guiry (2019).

### **2.3. Análisis de los datos**

Para analizar la similitud entre las floras marinas de los cinco archipiélagos macaronésicos (Azores, Madeira, Salvajes, Canarias y Cabo Verde) se construyó una matriz de distancias (presencia/ausencia) de las especies de Chlorophyta, Rhodophyta y Phaeophyceae documentadas en AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2019). En el caso de Salvajes se incluyeron las especies aportadas en este TFM como nuevas citas para estas islas. Se empleó el análisis CLUSTER utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis y la matriz de datos originales, seleccionando la opción “*group average*” y el test SIMPROF (Clarke & Gorley, 2006).

La variación en la composición y cobertura de las macroalgas fue analizada mediante análisis multivariante de la varianza por permutaciones (PERMANOVA), utilizando para ello la información contenida en los transectos realizados y no considerando los muestreos puntuales. Se basaron en el cálculo del índice de similitud de Bray-Curtis a partir de las matrices de datos transformados a la raíz cuadrada, empleando para ello 4999 permutaciones (Anderson *et al.*, 2008). El diseño consistió en un análisis de tres vías, donde ISLA se trató como factor fijo con dos niveles (Salvaje Grande y Salvaje Pequeña), ORIENTACIÓN como factor fijo con dos niveles (costas expuestas y costas semiexpuestas-protegidas del oleaje) y LOCALIDAD como factor aleatorio con 29 niveles y anidado en la interacción ISLA X ORIENTACIÓN. Las similitudes entre las muestras de cobertura de las especies de macroalgas fueron observadas utilizando el análisis de ordenación MDS (*Non-metric multi-dimensional scaling*; Clarke & Gorley, 2006). En el MDS se representan únicamente los taxones que mostraron porcentajes de coberturas superiores al 1%. Para analizar las especies que más contribuyeron a las diferencias entre islas y orientaciones se utilizó el test de porcentajes de similitud SIMPER (Clarke & Gorley, 2006), con las matrices de datos originales.

Todos los análisis fueron realizados empleando el programa PRIMER-E® v.6 + PERMANOVA + ([www.primers-e.com](http://www.primers-e.com); Clarke & Gorley, 2006, Anderson *et al.*, 2008).

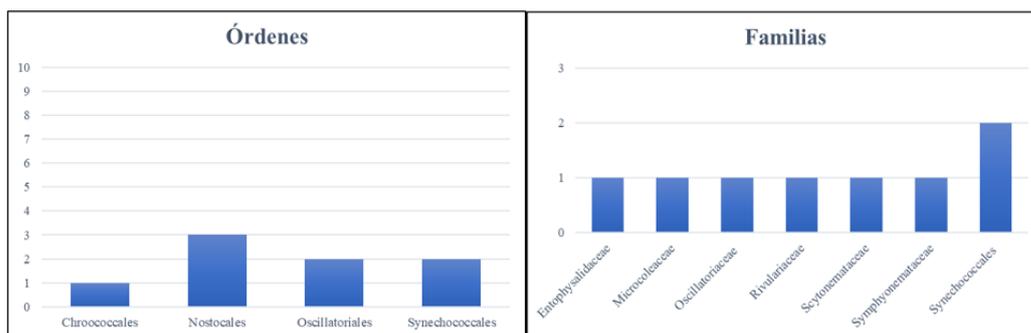
### 3. RESULTADOS

La flora marina de las islas Salvajes consta de un total de 324 especies de algas, de las cuales 8 pertenecen a Cyanobacteria, 183 a Rhodophyta, 75 a Phaeophyceae y 58 a Chlorophyta.

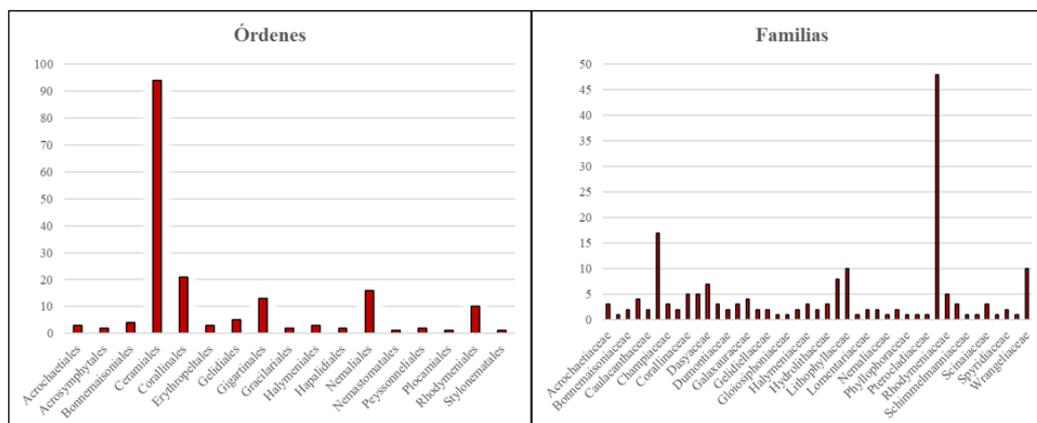
Los representantes de Cyanobacteria se incluyen en 4 órdenes, de los cuales Nostocales es el que presenta un mayor número de familias y especies. Rhodophyta es el filo más numeroso, representado por 17 órdenes, siendo Ceramiales el que presenta mayor número de especies (93 spp.). Entre las Ceramiales, los representantes de la familia Rhodomelaceae son los más numerosos (48 especies). Con respecto a la clase Phaeophyceae, las especies se distribuyen en 6 órdenes, destacando Dictyotales con 26 especies, todas pertenecientes a la familia Dictyotaceae, seguido de Ectocarpales (22 especies). El orden Fucales, con 14 especies pertenecientes a la familia Sargassaceae, ocupa la tercera posición. Por último, las especies de Chlorophyta se encuentran distribuidas en 6 órdenes, siendo los más representativos Cladophorales (22 especies), Bryopsidales (17 especies) y Ulvales (14 especies). Cladophoraceae y Ulvaceae son las familias mejor representadas, con 15 y 10 especies, respectivamente (**Figura 4**).

Atendiendo a los géneros, las cianobacterias conocidas para las islas Salvajes pertenecen cada una a un género diferente. Entre las algas rojas destaca *Polysiphonia*, con un total de 16 especies, seguido de *Ceramium* (9 especies) y *Liagora* (7 especies). Entre las algas pardas, *Dictyota* es el género más numeroso (con 14 especies), seguido de *Sargassum* y *Cystoseira* (con 8 y 6 especies, respectivamente). Por último, los géneros más representativos de las algas verdes son *Cladophora*, *Ulva* y *Codium* (con 11, 9 y 7 especies, respectivamente).

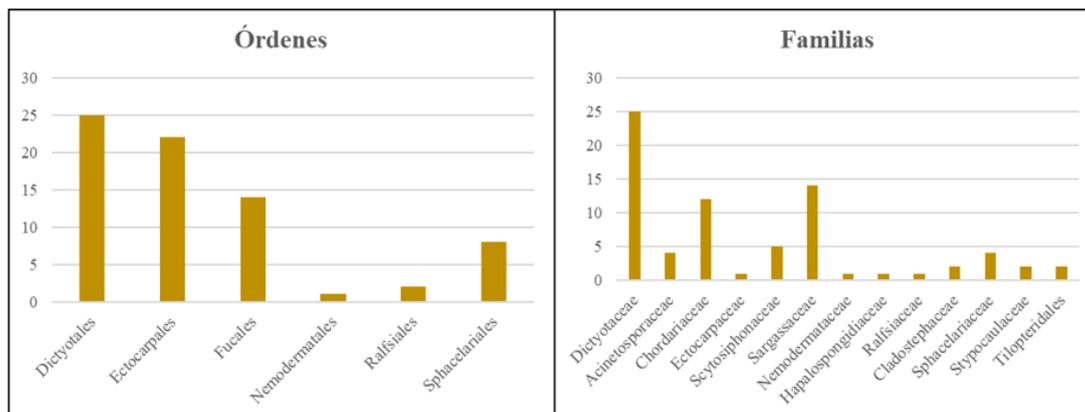
## Cyanobacteria



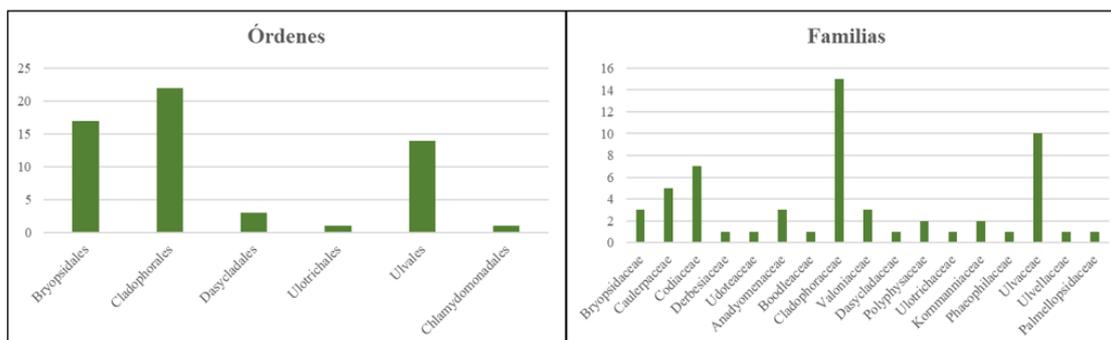
## Rhodophyta



## Phaeophyceae



## Chlorophyta



**Fig. 4** – Número de especies de la flora marina de las islas Salvajes, incluidas en los diferentes órdenes y familias de Cyanobacteria, Rhodophyta, Phaeophyceae y Chlorophyta.

A continuación, se muestra el catálogo florístico actualizado de Salvajes, incluyendo las especies que han sido identificadas en este estudio con (\*) y además subrayadas las que han sido registradas por primera vez en las islas. El listado ha sido elaborado a partir de los datos documentados en *AlgaeBase* (Guiry & Guiry, 2019) añadiendo las nuevas aportaciones al catálogo florístico que se tratan en detalle en el apartado 3.3. de esta memoria. El catálogo está ordenando alfabéticamente según las diferentes categorías taxonómicas, y atendiendo a los criterios más recientes para la categorización de los grupos taxonómicos.

### **3.1. Catálogo florístico**

#### **Cyanobacteria**

##### **Chroococcales**

###### **Entophysalidaceae**

*Entophysalis conferta* (Kützing) Drouet & Daily

##### **Nostocales**

###### **Rivulariaceae**

\**Rivularia bullata* Berkeley ex Bornet & Flahault

###### **Symphyonemataceae**

*Brachytrichia quoyi* Bornet & Flahault

###### **Scytonemataceae**

*Scytonematopsis crustacea* (Thuret ex Bornet & Flahault) Koválik & Komárek

##### **Oscillatoriales**

###### **Microcoleaceae**

*Microcoleus lyngbyaceus* Kützing ex Forti

###### **Oscillatoriaceae**

\**Lyngbya* C.Agardh ex Gomont

##### **Synechococcales**

###### **Synechococcales familia incertae sedis**

\**Schizothrix calcicola* Gomont

\**Schizothrix mexicana* Gomont

#### **Rhodophyta**

##### **Acrochaetiales**

###### **Acrochaetiaceae**

*Acrochaetium crassipes* (Børgesen) Børgesen

*Acrochaetium repens* Børgesen

*Acrochaetium secundatum* (Lyngbye) Nägeli

##### **Acrosymphytales**

###### **Acrosymphytaceae**

\**Acrosymphyton purpuriferum* (J.Agardh) Sjöstedt

###### **Schimmelmanniaceae**

*Schimmelmannia bollei* Montagne

##### **Bonnemaisoniales**

###### **Bonnemaisoniaceae**

*Asparagopsis armata* Harvey

\**Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan

## **Naccariaceae**

*Naccaria corymbosa* J.Agardh

*Naccaria wiggii* (Turner) Endlicher ex J.Agardh

## **Ceramiales**

### **Callithamniaceae**

*Aglaothamnion tenuissimum* (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer

\**Aglaothamnion cordatum* (Børgesen) Feldmann-Mazoyer

*Callithamnion corymbosum* (Smith) Lyngbye

\**Crouania attenuata* (C.Agardh) J.Agardh

### **Ceramiaceae**

*Antithamnion cruciatum* (C.Agardh) Nägeli

*Antithamnionella boergesenii* (Cormaci & G.Furnari) Athanasiadis

*Antithamnionella elegans* (Berthold) J.H.Price & D.M.John

*Centroceras clavulatum* (C.Agardh) Montagne

\**Centroceras gasparrinii* (Meneghini) Kützing

*Ceramium atrorubescens* Kylin

*Ceramium ciliatum* (J.Ellis) Ducluzeau

*Ceramium circinatum* (Kützing) J.Agardh

*Ceramium codii* (H.Richards) Mazoyer

*Ceramium diaphanum* (Lightfoot) Roth

*Ceramium echionotum* J.Agardh

*Ceramium siliquosum* var. *elegans* (Roth) G.Furnari

*Ceramium tenerrimum* (G.Martens) Okamura

*Ceramium virgatum* Roth

\**Ceramium* sp.

*Compsothamnion decompositum* (J.Agardh) Maggs & L'Hardy-Halos

*Compsothamnion thuioides* (Smith) Nägeli

*Gayliella flaccida* (Harvey ex Kützing) T.O.Cho & L.J.McIvor

### **Dasyaceae**

\**Dasya baillouviana* (S.G.Gmelin) Montagne

*Dasya corymbifera* J.Agardh

*Dasya crouaniana* J.Agardh

*Dasya hutchinsiae* Harvey

*Dasya rigidula* (Kützing) Ardissonne

\**Halydictyon mirabile* Zanardini

\**Heterosiphonia crispella* (C.Agardh) M.J.Wynne

### **Delesseriaceae**

*Hypoglossum hypoglossoides* (Stackhouse) Collins & Hervey

*Nitophyllum punctatum* (Stackhouse) Greville

*Taenioma perpusillum* (J.Agardh) J.Agardh

### **Rhodomelaceae**

*Carradoriella denudata* (Dillwyn) A.M. Savoie & G.W. Saunders

*Carradoriella elongata* (Hudson) A.M.Savoie & G.W.Saunders

*Chondria capillaris* (Hudson) M.J.Wynne

*Chondria curvilineata* Collins & Hervey

*Chondrophyucus glandulifer* (Kützing) Lipkin & P.C.Silva

*Dipterosiphonia dendritica* (C.Agardh) F.Schmitz

\**Erythrocytis montagnei* (Derbès & Solier) P.C.Silva

*Herposiphonia secunda* (C.Agardh) Ambronn

\**Herposiphonia secunda* f. *secunda* (C.Agardh) Falkenberg

*Herposiphonia tenella* (C.Agardh) Ambronn

*Janczewskia verruciformis* Solms-Laubach

*Laurencia dendroidea* J.Agardh  
*Laurencia intricata* J.V.Lamouroux  
*Laurencia microcladia* Kützing  
*Laurencia obtusa* (Hudson) J.V.Lamouroux  
*Laurencia viridis* Gil-Rodríguez & Haroun  
 \**Laurencia* sp.  
*Leptosiphonia brodiei* (Dillwyn) Sprengel  
*Leptosiphonia fibrillosa* (Agardh) A.M. Savouie & G.W. Saunders  
 \**Lophocladia trichoclados* (C.Agardh) F.Schmitz  
*Lophosiphonia cristata* Falkenberg  
*Melanothamnus sphaerocarpus* (Børgesen) Díaz-Tapia & Maggs  
 \**Melanothamnus ferulaceus* (Suhr ex J.Agardh) Díaz-Tapia & Maggs  
*Ohelopapa flexilis* (Setchell) F.Rousseau, Martin-Lescanne, Payri & L.Le Gall  
*Osmundea hybrida* (A.P.de Candolle) K.W.Nam  
*Osmundea pinnatifida* (Hudson) Stackhouse  
*Osmundea truncata* (Kützing) K.W.Nam & Maggs  
*Palisada corallopsis* (Montagne) Sentfies, Fujii & Díaz-Larrea  
*Palisada patentiramea* (Montagne) Cassano, Sentfies, Gil-Rodríguez & M.T.Fujii  
*Palisada perforata* (Bory) K.W.Nam  
*Polysiphonia atlantica* Kapraun & J.N.Norris  
*Polysiphonia ceramiiformis* P.Crouan & H.Crouan  
*Polysiphonia erythraea* J.Agardh  
*Polysiphonia flexella* (C.Agardh) J.Agardh  
*Polysiphonia flocculosa* (C.Agardh) Endlicher  
*Polysiphonia havanensis* Montagne  
*Polysiphonia opaca* (C.Agardh) Moris & De Notaris  
*Polysiphonia paniculata* Montagne  
*Polysiphonia scopulorum* Harvey  
 \**Polysiphonia sertularioides* (Grateloup) J.Agardh  
 \**Polysiphonia stricta* (Mertens ex Dillwyn) Greville  
*Polysiphonia subulata* (Ducluzeau) Kützing  
*Rytiphlaea tinctoria* (Clemente) C.Agardh  
*Vertebrata foetidissima* (Cocks ex Bornet) Díaz-Tapia & Maggs  
*Vertebrata fucoides* (Hudson) Kuntze  
*Vertebrata furcellata* (C.Agardh) Kuntze  
 \**Vertebrata reptabunda* (Suhr) Díaz-Tapia & Maggs  
*Vertebrata tripinnata* (Harvey) Kuntze  
*Yuzurua poiteaui* (J.V.Lamouroux) Martin-Lescanne  
**Sarcomeniaceae**  
 \**Cottoniella filamentosa* (M.Howe) Børgesen  
*Cottoniella fusiformis* Børgesen  
*Platysiphonia delicata* (Clemente) Cremades  
**Spyridiaceae**  
 \**Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey  
*Spyridia hypnoides* (Bory) Papenfuss  
**Wrangeliaceae**  
*Anotrichium barbatum* (C.Agardh) Nägeli  
*Anotrichium tenue* (C.Agardh) Nägeli  
*Halurus flosculosus* (J.Ellis) Maggs & Hommersand  
*Lejolisia mediterranea* Bornet  
*Monosporus pedicellatus* (Smith) Solier  
*Ptilothamnion pluma* (Dillwyn) Thuret

*Tiffaniella gorgonea* (Montagne) Doty & Meñez  
*Vickersia baccata* (J.Agardh) Karsakoff  
*Wrangelia argus* (Montagne) Montagne  
*Wrangelia penicillata* (C.Agardh) C.Agardh

## **Corallinales**

### **Corallinaceae**

*Corallina caespitosa* R.H.Walker, J.Brodie & L.M.Irvine  
*Corallina officinalis* Linnaeus

### **Hydrolithaceae**

*Hydrolithon farinosum* (J.V.Lamouroux) Penrose & Y.M.Chamberlain  
*\*Hydrolithon boreale* (Foslie) Y.M.Chamberlain  
*Pneophyllum confervicola* (Kützing) Y.M.Chamberlain  
*\*Pneophyllum* sp.

### **Corallinaceae**

*\*Jania adhaerens* J.V.Lamouroux  
*\*Jania capillacea* Harvey  
*Jania pumila* J.V.Lamouroux  
*\*Jania rubens* (Linnaeus) J.V.Lamouroux  
*\*Jania virgata* (Zanardini) Montagne

### **Lithophyllaceae**

*\*Amphiroa beauvoisii* J.V.Lamouroux  
*Amphiroa cryptarthrodia* Zanardini  
*Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) J.V.Lamouroux  
*Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie  
*Lithophyllum corallinae* (P.Crouan & H.Crouan) Heydrich  
*Lithophyllum lobatum* Me.Lemoine  
*Lithophyllum orbiculatum* (Foslie) Foslie  
*Lithophyllum stictiforme* (Areschoug) Hauck  
*Lithophyllum vickersiae* Me.Lemoine  
*Titanoderma pustulatum* (J.V.Lamouroux) Nägeli  
**Lithothamniaceae**  
*Lithothamnion corallioides* (P.Crouan & H.Crouan) P.Crouan & H.Crouan

## **Erythropeltales**

### **Erythrotrichiaceae**

*Erythrocladia irregularis* Rosenvinge  
*Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J.Agardh  
*Sahlingia subintegra* (Rosenvinge) Kornmann

## **Gelidiales**

### **Gelidiaceae**

*Gelidium crinale* (Hare ex Turner) Gaillon  
*Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis

### **Gelidiellaceae**

*Huismaniella ramellosa* (Kützing) G.H.Boo & S.M.Boo  
*Millerella pannosa* (Feldmann) G.H.Boo & L.Le Gall

### **Pterocliadiaceae**

*Pterocliadiella capillacea* (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand

## **Gigartinales**

### **Caulacanthaceae**

*Caulacanthus ustulatus* (Mertens ex Turner) Kützing  
*Feldmannophycus rayssiae* (Feldmann & G.Feldmann) H.Augier & Boudouresque

### **Cystocloniaceae**

*Hypnea arbuscula* P.J.L.Dangeard

- Hypnea cervicornis* J.Agardh  
 \**Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V.Lamouroux  
*Hypnea spinella* (C.Agardh) Kützing  
*Hypnea valentiae* (Turner) Montagne
- Dumontiaceae**  
*Dudresnaya canariensis* Tabares, Afonso-Carrillo, Sansón & Reyes  
*Dudresnaya verticillata* (Withering) Le Jolis
- Gigartinaceae**  
*Chondracanthus acicularis* (Roth) Fredericq
- Gloiosiphoniaceae**  
*Thuretella schousboei* (Thuret) F.Schmitz
- Phylloporaceae**  
*Gymnogongrus griffithsiae* (Turner) C.Martius
- Solieriaceae**  
*Wurdemannia miniata* (Sprengel) Feldmann & Hamel
- Gracilariales**
- Gracilariaceae**  
*Gracilaria gracilis* (Stackhouse) Steentoft, L.M.Irvine & Farnham  
*Gracilariopsis longissima* (S.G.Gmelin) Steentoft, L.M.Irvine & Farnham
- Halymeniales**
- Halymeniaceae**  
*Halymenia elongata* C.Agardh  
*Halymenia floresii* (Clemente) C.Agardh  
*Halymenia floridana* J.Agardh
- Hapalidiales**
- Hapalidiaceae**  
 \**Choreonema thuretii* (Bornet) F.Schmitz  
*Melobesia membranacea* (Esper) J.V.Lamouroux
- Nemaliales**
- Galaxauraceae**  
*Dichotomaria obtusata* (J.Ellis & Solander) Lamarck  
 \**Galaxaura rugosa* (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux  
*Tricleocarpa cylindrica* (J.Ellis & Solander) Huisman & Borowitzka  
*Tricleocarpa fragilis* (Linnaeus) Huisman & R.A.Townsend
- Liagoraceae**  
*Ganonema farinosum* (J.V.Lamouroux) K.C.Fan & Yung C.Wang  
*Liagora canariensis* Børgesen  
 \**Liagora ceranoides* J.V.Lamouroux  
*Liagora distenta* (Mertens ex Roth) J.V.Lamouroux  
*Liagora gymnarthron* Børgesen  
*Liagora maderensis* Kützing  
*Liagora tetrasporifera* Børgesen  
*Liagora viscida* (Forsskål) C.Agardh
- Nemaliaceae**  
*Nemalion elminthoides* (Volley) Batters
- Scinaiaceae**  
*Scinaia caribaea* (W.R.Taylor) Huisman  
*Scinaia complanata* (Collins) A.D.Cotton  
*Scinaia furcellata* (Turner) J.Agardh
- Nemastomatales**
- Schizymeniaceae**

*Platoma cyclocolpum* (Montagne) F.Schmitz

## **Peyssonneliales**

### **Peyssonneliaceae**

*Peyssonnelia dubyi* P.Crouan & H.Crouan

\**Peyssonnelia inamoena* Pilger

## **Plocamiales**

### **Plocamiaceae**

*Plocamium cartilagineum* (Linnaeus) P.S.Dixon

## **Rhodymeniales**

### **Champiaceae**

*Champia parvula* (C.Agardh) Harvey

*Coelothrix irregularis* (Harvey) Børgesen

*Gastroclonium reflexum* (Chauvin) Kützing

### **Lomentariaceae**

\**Ceratodictyon intricatum* (C.Agardh) R.E.Norris

*Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye

### **Rhodymeniaceae**

*Botryocladia botryoides* (Wulfen) Feldmann

*Botryocladia guineensis* D.M.John

*Botryocladia microphysa* (Hauck) Kylin

*Irvinea boergesenii* (Feldmann) R.J.Wilkes, L.M.McIvor & Guiry

*Rhodymenia pseudopalmata* (J.V.Lamouroux) P.C.Silva

## **Stylonematales**

### **Stylonemataceae**

*Stylonema alsidii* (Zanardini) K.M.Drew

## **Phaeophyceae**

## **Dictyotales**

### **Dictyotaceae**

\**Canistrocarpus cervicornis* (Kützing) De Paula & De Clerck

*Dictyopteris polypodioides* (A.P.De Candolle) J.V.Lamouroux

\**Dictyota bartayresiana* J.V.Lamouroux

\**Dictyota canariensis* (Grunow) Tronholm

\**Dictyota ciliolata* Sonder ex Kützing

*Dictyota crenulata* J.Agardh

*Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V.Lamouroux

\**Dictyota dichotoma* var. *intricata* (C.Agardh) Greville

\**Dictyota fasciola* (Roth) J.V.Lamouroux

*Dictyota humifusa* Hörnig, Schnetter & Coppejans

*Dictyota implexa* (Desfontaines) J.V.Lamouroux

*Dictyota liturata* J.Agardh

*Dictyota menstrualis* (Hoyt) Schnetter, Hörning & Weber-Peukert

*Dictyota pinnatifida* Kützing

\**Dictyota pleiacantha* Tronholm

*Dictyota pulchella* Hörnig & Schnetter

\**Lobophora canariensis* (Sauvageau) C.W.Vieira, De Clerck & Payri

\**Lobophora* sp.

*Padina antillarum* (Kützing) Piccone

*Padina boergesenii* Allender & Kraft

*Padina gymnospora* (Kützing) Sonder

\**Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy

*Padina tetrastromatica* Hauck  
\**Styopodium zonale* (J.V.Lamouroux) Papenfuss  
*Taonia atomaria* (Woodward) J.Agardh  
\**Zonaria tournefortii* (J.V.Lamouroux) Montagne

## **Ectocarpales**

### **Acinetosporaceae**

*Acinetospora crinita* (Carmichael) Sauvageau  
*Feldmannia irregularis* (Kützing) Hamel  
*Feldmannia mitchelliae* (Harvey) H.-S.Kim  
*Hincksia ovata* (Kjellman) P.C.Silva

### **Chordariaceae**

*Cladosiphon contortus* (Thuret) Kylin  
*Cladosiphon zosterae* (J.Agardh) Kylin  
*Elachista intermedia* P.Crouan & H.Crouan  
*Giraudya sphaclarioides* Derbès & Solier  
*Leathesia marina* (Lyngbye) Decaisne  
*Leptonematella fasciculata* (Reinke) P.C.Silva  
*Nemacystus erythraeus* (J.Agardh) Sauvageau  
*Nemacystus flexuosus* (C.Agardh) Kylin  
*Nemacystus hispanicus* (Sauvageau) Kylin  
*Nemacystus howei* (W.R.Taylor) Kylin  
*Papenfussiella kuromo* (Yendo) Inagaki  
*Stilophora tenella* (Esper) P.C.Silva

### **Ectocarpaceae**

*Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye

### **Scytosiphonaceae**

*Colpomenia peregrina* Sauvageau  
\**Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès & Solier  
*Hydroclathrus clathratus* (C.Agardh) M.Howe  
*Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link  
*Stragularia clavata* (Harvey) Hamel

## **Fucales**

### **Sargassaceae**

\**Cystoseira abies-marina* (S.G.Gmelin) C.Agardh  
*Cystoseira baccata* (S.G.Gmelin) P.C.Silva  
*Cystoseira barbata* (Stackhouse) C.Agardh  
\**Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff & Nizamuddin  
*Cystoseira foeniculacea* (Linnaeus) Greville  
*Cystoseira humilis* Schousboe ex Kützing  
*Sargassum albertisii* Piccone  
\**Sargassum cymosum* C.Agardh  
*Sargassum desfontainesii* (Turner) C.Agardh  
\**Sargassum filipendula* C.Agardh  
*Sargassum fissifolium* (Mertens) C.Agardh  
*Sargassum furcatum* Kützing  
*Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon  
*Sargassum vulgare* C.Agardh

## **Nemodermatales**

### **Nemodermataceae**

*Nemoderma tingitanum* Schousboe ex Bornet

## **Ralfsiales**

### **Hapalospongiaceae**

*Hapalospongidion macrocarpum* (Feldmann) León-Álvarez & González-González

**Ralfsiaceae**

*Ralfsia verrucosa* (Areschoug) Areschoug

**Sphacelariales**

**Cladostephaceae**

*Cladostephus spongiosum* (Hudson) C.Agardh

*Cladostephus spongiosum* f. *verticillatum* (Lightfoot) Prud'homme van Reine

**Sphacelariaceae**

*Sphacelaria cirrosa* (Roth) C.Agardh

\**Sphacelaria fusca* (Hudson) S.F.Gray

*Sphacelaria rigidula* Kützing

\**Sphacelaria tribuloides* Meneghini

**Stypocaulaceae**

\**Halopteris filicina* (Grateloup) Kützing

\**Halopteris scoparia* (Linnaeus) Sauvageau

**Tilopteridales**

**Cutleriaceae**

*Cutleria multifida* (Turner) Greville

**Chlorophyta**

**Bryopsidales**

**Bryopsidaceae**

*Bryopsidella neglecta* (Berthold) G.Furnari & M.Cormaci

*Bryopsis hypnoides* J.V.Lamouroux

*Bryopsis plumosa* (Hudson) C.Agardh

**Caulerpaceae**

*Caulerpa chemnitzia* (Esper) J.V.Lamouroux

\**Caulerpa mexicana* Sonder ex Kützing

*Caulerpa racemosa* (Forsskål) J.Agardh

*Caulerpa webbiana* f. *disticha* Vickers

\**Caulerpa webbiana* Montagne

**Chlamydomonadales**

**Palmellopsidaceae**

\**Pseudotetraspora marina* Wille

**Codiaceae**

*Codium adhaerens* C.Agardh

\**Codium decortcatum* (Woodward) M.Howe

*Codium elisabethiae* O.C.Schmidt

*Codium intertextum* Collins & Hervey

*Codium taylorii* P.C.Silva

*Codium tomentosum* Stackhouse

*Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje

**Derbesiaceae**

*Derbesia tenuissima* (Moris & De Notaris) P.Crouan & H.Crouan

**Udoteaceae**

*Pseudochlorodesmis furcellata* (Zanardini) Børgesen

**Cladophorales**

**Anadyomenaceae**

*Anadyomene stellata* (Wulfen) C.Agardh

*Microdictyon umbilicatum* (Volley) Zanardini

\**Microdictyon boergesenii* Setchell

**Boodleaceae**

*Cladophoropsis membranacea* (Hofman Bang ex C.Agardh) Børgesen

#### **Cladophoraceae**

*Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützing

*Chaetomorpha linum* (O.F.Müller) Kützing

*Cladophora albida* (Nees) Kützing

*Cladophora coelothrix* Kützing

*Cladophora conferta* P.Crouan & H.Crouan

*Cladophora dalmatica* Kützing

*Cladophora flexuosa* (O.F.Müller) Kützing

*Cladophora hutchinsiae* (Dillwyn) Kützing

*Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kützing

\**Cladophora liebetruthii* Grunow

*Cladophora prolifera* (Roth) Kützing

*Cladophora sericea* (Hudson) Kützing

*Cladophora vagabunda* (Linnaeus) Hoek

*Lychaete feredayi* (Harvey) M.J.Wynne

*Lychaete pellucida* (Hudson) M.J.Wynne

#### **Valoniaceae**

*Valonia aegagropila* C.Agardh

*Valonia macrophysa* Kützing

*Valonia utricularis* (Roth) C.Agardh

#### **Dasycladales**

##### **Dasycladaceae**

\**Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser

##### **Polyphysaceae**

\**Parvocaulis parvulus* (Solms-Laubach) S.Berger, Fettweiss, Gleissberg, Liddle, U.Richter, Sawitzky & Zuccarello

\**Parvocaulis polyphysoides* (P.Crouan & H.Crouan) S.Berger, U.Fettweiss, S.Gleissberg, L.B.Liddle, U.Richter, H.Sawitzky & G.C.Zuccarello

#### **Ulotrichales**

##### **Ulotrichaceae**

*Urospora laeta* (Thuret ex Bornet) Børgesen

#### **Ulvales**

##### **Kornmanniaceae**

*Pseudendoclonium marinum* (Reinke) Aleem & E.Schulz

*Pseudendoclonium submarinum* Wille

##### **Phaeophilaceae**

*Phaeophila dendroides* (P.Crouan & H.Crouan) Batters

##### **Ulvaceae**

*Percursaria percursa* (C.Agardh) Rosenvinge

*Ulva clathrata* (Roth) C.Agardh

*Ulva compressa* Linnaeus

*Ulva flexuosa* Wulfen

*Ulva intestinalis* Linnaeus

*Ulva lactuca* Linnaeus

*Ulva linza* Linnaeus

*Ulva paradoxa* C.Agardh

*Ulva polyclada* Kraft

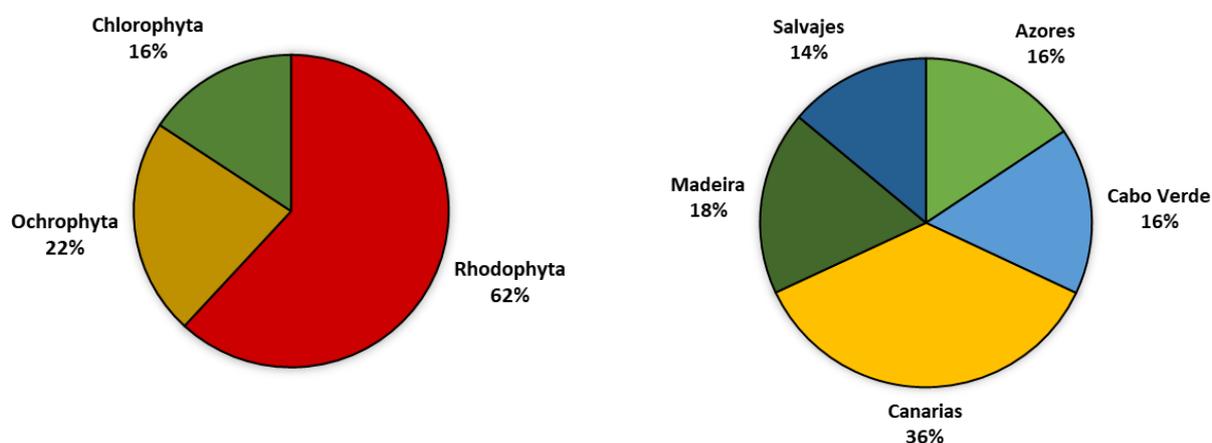
*Ulva rigida* C.Agardh

##### **Ulvellaceae**

*Ulvella viridis* (Reinke) R.Nielsen, C.J.O'Kelly & B.Wysor

### 3.2. Similitud entre floras de archipiélagos macaronésicos

Las islas Salvajes, con sus 324 especies de algas marinas documentadas hasta el momento, presentan tan solo el 14% del total de la flora marina de todos los archipiélagos macaronésicos. El conjunto de las floras marinas de estos archipiélagos está representado por 1025 especies. De ellas, 634 especies pertenecen a Rhodophyta (11 Bangiophyceae y 623 Florideophyceae), 230 a Phaeophyceae (Ochrophyta) y 161 a Ulvophyceae (Chlorophyta) (**Figura 5**). Canarias es el conjunto de islas que muestra la mayor riqueza florística, con una representación del 36% del total de especies, lo que se traduce en un catálogo florístico compuesto por 799 especies. Madeira, Cabo Verde y Azores presentan un nivel similar de representación, con una riqueza que oscila entre 346 y 401 especies.



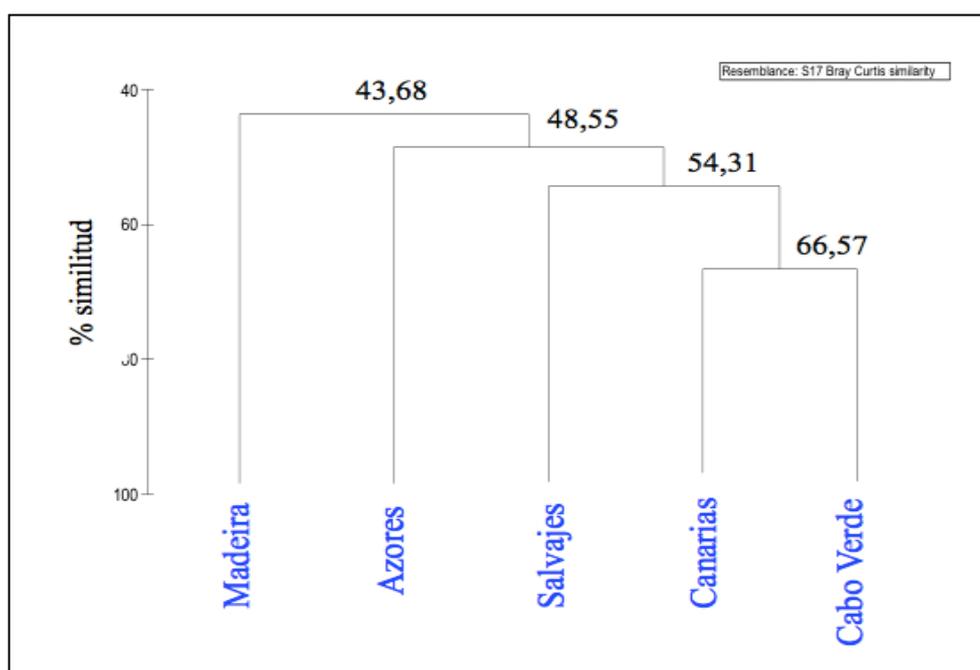
**Fig. 5** – Porcentaje de especies pertenecientes a Chlorophyta, Rhodophyta y Ochrophyta del conjunto de floras marinas de los archipiélagos macaronésicos (izquierda); y porcentaje del total de especies en cada uno de los 5 archipiélagos (derecha).

Del total de especies, un 41,27% (281 Rhodophyta, 116 Phaeophyceae y 26 Ulvophyceae) son exclusivas de un solo archipiélago, mientras que un 8,58% (48 Rhodophyta, 22 Phaeophyceae y 18 Ulvophyceae) está constituido por especies comunes a todas las islas (**Tabla 1**). El 50,15% restante de las especies se han registrado en 2-4 de los archipiélagos estudiados.

**Tabla 1.** Número de especies (total y por grupos taxonómicos) y porcentaje total de especies registradas en solo un archipiélago o comunes a dos o más de los archipiélagos macaronésicos.

<b>Número de archipiélagos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total</b>
Rhodophyta	281	141	87	77	48	634
Phaeophyceae	116	46	26	20	22	230
Ulvothyceae	26	77	23	17	18	161
<b>Total</b>	<b>423</b>	<b>264</b>	<b>136</b>	<b>114</b>	<b>88</b>	<b>1025</b>
%	41,27	25,76	13,27	11,12	8,58	100

El análisis de los datos registrados hasta la actualidad sobre las floras marinas de Azores, Madeira, Salvajes, Canarias y Cabo Verde, muestra una mayor similitud entre algunos de los grupos de islas. Las floras marinas de Canarias y Cabo Verde son las más próximas (66,57% de similitud), presentando la flora de Salvajes un 54,31% de similitud con estos dos archipiélagos. La flora de Madeira es la que muestra menor afinidad (43,68%) con las del resto de los archipiélagos (**Figura 6**).



**Fig. 6.** Dendrograma del análisis CLUSTER de las floras marinas de los archipiélagos macaronésicos, de acuerdo con el valor de similitud de Bray-Curtis. Se incluye el porcentaje de similitud alcanzado entre las diferentes ramas del clúster.

El análisis de la cobertura de las macroalgas identificadas en las islas Salvajes muestra diferencias significativas tanto para el factor isla (entre Salvaje Grande y Salvaje Pequeña) como para el factor orientación (entre las costas expuestas y semiexpuestas-protegidas del oleaje), existiendo una variación local dentro de cada isla y orientación

(**Tabla 2**). Sin embargo, no se observaron diferencias entre las orientaciones dentro de cada isla (interacción isla x orientación).

Los resultados de los análisis SIMPER muestran los taxones de macroalgas que más contribuyen a las diferencias entre islas (**Tabla 3**) y entre orientaciones (**Tabla 4**). La abundancia de ocho taxones de macroalgas explica el 76,09% de la diferencia entre las dos islas (Salvaje Grande y Salvaje Pequeña) y el 75,78% de la diferencia entre las dos orientaciones (costas expuestas y semiexpuestas-protegidas). Entre islas, el rodófito *Lophocladia trichoclados* es más abundante en Salvaje Pequeña, mientras que la dictiotal *Lobophora* spp. domina en los fondos de Salvaje Grande. Las comunidades cespitosas contribuyen en gran medida a la abundancia media en ambas islas (**Tabla 3**). Entre orientaciones, *Lobophora* spp. domina en las costas expuestas al oleaje, mientras que el rodófito *Lophocladia trichoclados* y las comunidades cespitosas son más abundantes en costas semiexpuestas-protegidas del oleaje (**Tabla 4**).

**Tabla 2.** Resultados del análisis PERMANOVA de la cobertura de las macroalgas en las localidades de muestreo localizadas en costas con diferente orientación (expuestas y semiexpuestas-protegidas del oleaje) en las islas Salvajes (Salvaje Grande y Salvaje Pequeña). gl=grados de libertad; SC=suma de cuadrados; MC=media de cuadrados.

Fuente de variación	gl	SC	MC	Pseudo-F	P(perm)
isla	1	9540,8	9540,8	7,1682	0,0002
orientación	1	4606,4	4606,4	3,4609	0,0084
isla x orientación	1	550,26	550,26	0,41342	0,918
localidad (isla x orientación)	27	38377	1421,4	1,8811	0,0002
Residual	27	20401	755,59		
Total	57	76109			

**Tabla 3** - Resultados del análisis SIMPER, donde se muestran las especies que más contribuyen a las diferencias entre islas. Porcentaje medio de disimilitud=64,16%. AM=abundancia media; DM=disimilitud media; D/SD=disimilitud/desviación estándar.

Especies	Salvaje Grande	Salvaje Pequeña	DM	D/SD	% Contrib.	% Acum.
	AM	AM				
<i>Lophocladia trichoclados</i>	9,89	28,68	14,23	1,54	22,17	22,17
cespitosas (sin identificar)	13,54	15,35	8,95	1,25	13,95	36,12
<i>Lobophora</i> spp.	10,59	4,27	5,81	1,15	9,06	45,18
<i>Jania rubens</i>	7,13	11,80	5,63	1,42	8,77	53,96
<i>Sargassum furcatum</i>	6,48	1,80	3,73	0,79	5,82	59,78
<i>Dictyota pleiakantha</i>	0,88	5,85	3,66	0,67	5,71	65,49
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	5,71	1,43	3,43	1,00	5,34	70,83
Corallinales incrustantes	6,40	2,95	3,37	0,74	5,26	76,09

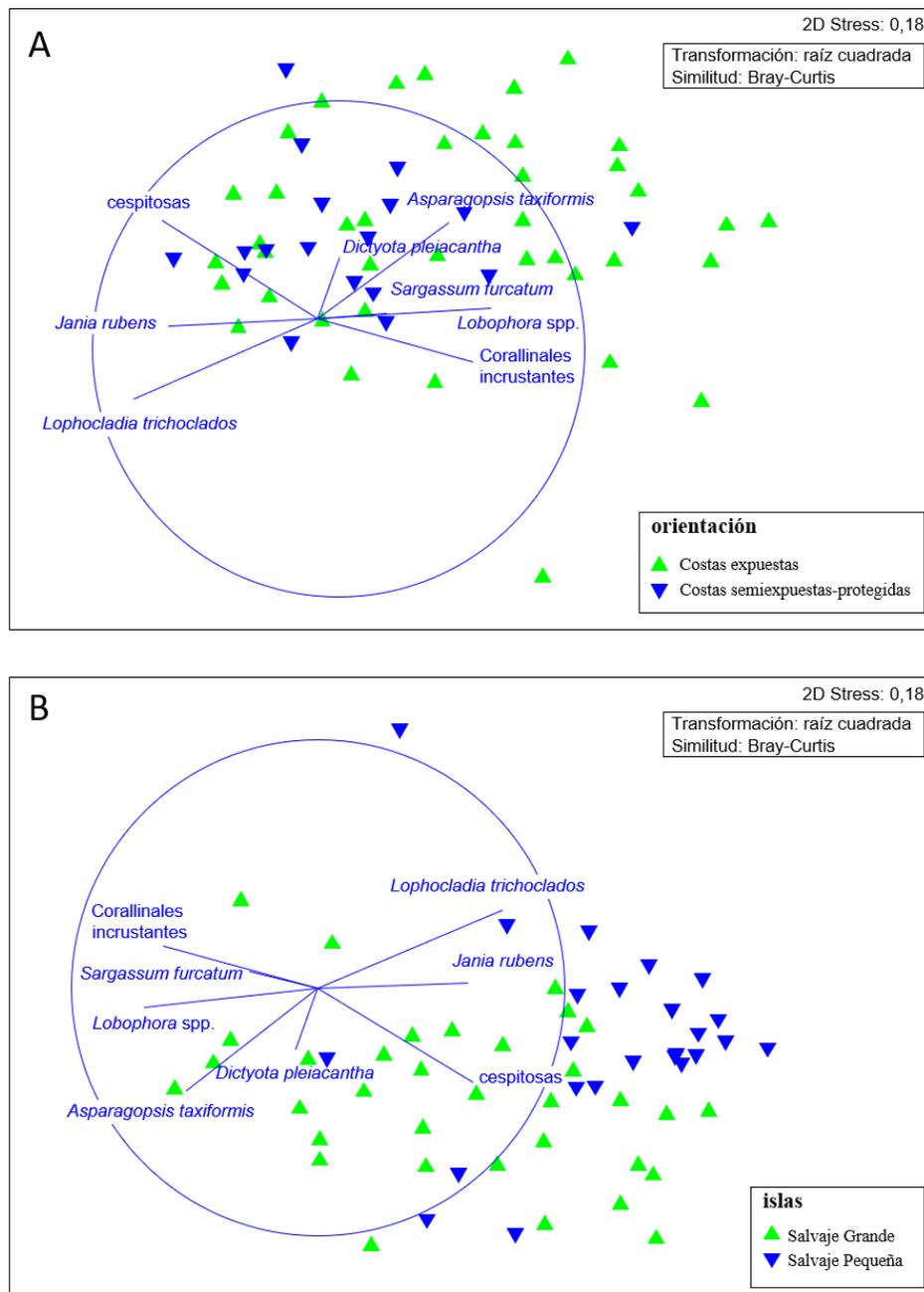
**Tabla 4** - Resultados del análisis SIMPER, donde se muestran las especies que más contribuyen a las diferencias entre orientaciones. Porcentaje medio de disimilitud=59,28%. AM=abundancia media; DM=disimilitud media; D/SD=disimilitud/desviación estándar.

Especies	Costas		DM	D/SD	% Contrib.	% Acum.
	Costas expuestas AM	Costas semiexp.- protegidas AM				
<i>Lophocladia trichoclados</i>	15,57	22,33	11,69	1,40	19,71	19,71
cespitosas (sin identificar)	11,69	20,07	9,83	1,33	16,57	36,29
<i>Lobophora</i> spp.	9,75	4,02	5,59	1,07	9,43	45,72
<i>Jania rubens</i>	8,74	9,78	4,91	1,41	8,28	53,99
<i>Sargassum furcatum</i>	4,02	5,71	4,02	0,87	6,78	60,77
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	4,34	3,04	3,26	0,95	5,49	66,27
Corallinales incrustantes	5,47	3,87	3,16	0,75	5,33	71,60
<i>Dictyota pleiacantha</i>	4,04	0,49	2,48	0,54	4,19	75,78

En los gráficos MDS se visualiza la ordenación del total de los muestreos de coberturas de macroalgas según la isla (**Figura 7A**) y la orientación (**Figura 7B**), mostrándose las especies que determinan en mayor medida la variación entre estos factores, de acuerdo con los resultados de los análisis SIMPER.

### **3.3. Aportaciones de nuevas especies**

Entre el diverso material estudiado procedente de las 29 localidades examinadas, se detectaron 13 especies que suponen nuevas aportaciones al catálogo florístico de las islas Salvajes. A continuación, para cada especie se aporta una descripción detallada de la morfología vegetativa y reproductora, además de comentarios sobre el hábitat, las especies acompañantes, el material examinado depositado en TFC y un apartado de observaciones soportadas en las referencias bibliográficas más recientes de cada una de ellas. En todas las especies se añade una iconografía original que ayuda en la identificación.



**Fig. 7** - Gráficos de ordenación MDS de los muestreos realizados en las islas Salvajes, en base a la similitud de Bray-Curtis calculada sobre datos de cobertura de macroalgas. **(A)** Ordenación según factor orientación; **(B)** Ordenación según factor isla. Los vectores representan las especies de macroalgas más abundantes, de acuerdo con los análisis SIMPER (**Tablas 3 y 4**).

## Cyanobacteria

### 3.3.1. *Rivularia bullata* Berkeley ex Bornet & Flahault

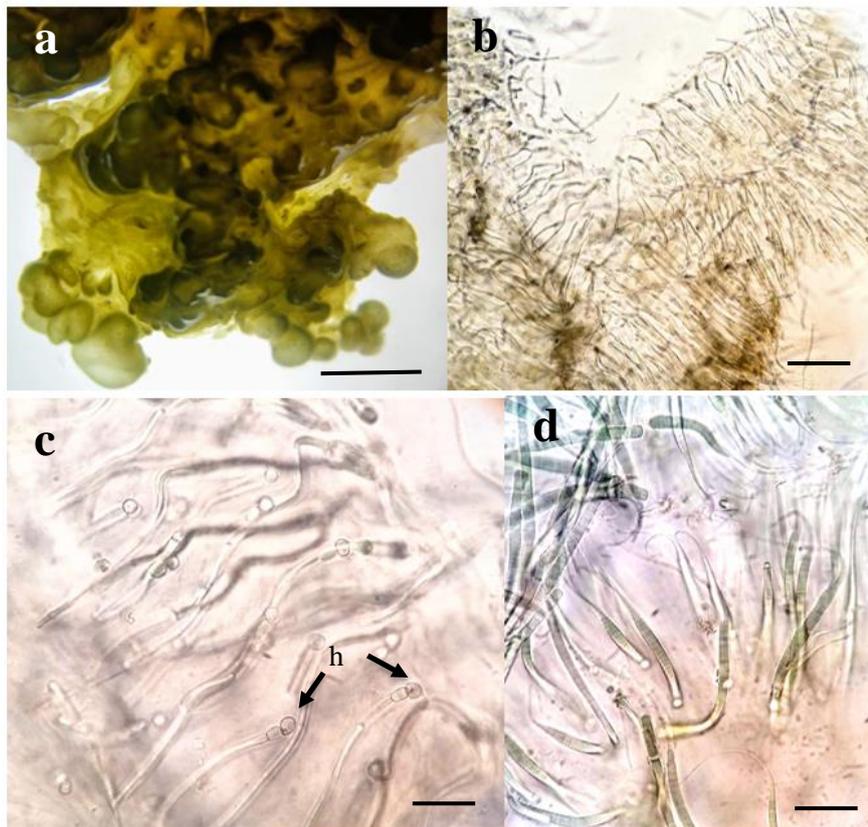
**Descripción:** Los individuos identificados en este estudio se caracterizan por formar colonias hemisféricas, irregulares, de color verde intenso (**Figura 8a**). Las colonias están compuestas por una agrupación de tricomas embebidos en una matriz de mucílago semicomcompacta, de 3,1 cm de largo y 2,4 cm de ancho (**Figura 8b**). Los tricomas que componen la matriz presentan un heterociste terminal de 8,4-12,6  $\mu\text{m}$  de diámetro, seguido de una segunda célula más alargada de 10,5-14,7  $\mu\text{m}$  de longitud, y finalizando en un tricoma alargado de longitud variable, que se va atenuando hasta quedar reducido a una estructura filiforme (**Figura 8c-d**).

**Hábitat:** En las islas Salvajes, *Rivularia bullata* fue encontrada en la zona intermareal. Debido al bajo impacto antrópico, los organismos ramoneadores presentan una alta densidad poblacional, controlando el crecimiento y la expansión de las especies fitobentónicas de estructuras más complejas. Por este motivo, la comunidad algal en la que se encuentra *R. bullata* está compuesta principalmente por pequeños céspedes de algas, con *Jania rubens* como especie abundante.

**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Pequeña [zona intermareal (07.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc. 15.691)]

**Observaciones:** El género *Rivularia* fue descrito por C.Agardh ex Bornet & Flahault (1886), asignando como especie tipo *Rivularia dura* Roth ex Bornet & Flahault. Pertenece a la familia Rivulariaceae, la cual se encuentra entre el complejo de las cianobacterias, concretamente en el orden de las Nostocales. Dentro de la familia Rivulariaceae los géneros más representativos son *Calothrix* y *Rivularia*. *Rivularia* se distingue fácilmente en el entorno gracias a su característico crecimiento en colonias gelatinosas hemisféricas o subesféricas, compuestas por un elevado número de filamentos ordenados radial o paralelamente unos a otros en parte de la colonia (Berrendero *et al.*, 2008). Además, *Rivularia* se diferencia por otras características morfológicas como la forma de la cubierta, la cual repercute en el desarrollo de las zonas meristemáticas que dividen los tricomas y los filamentos jóvenes persisten dentro de viejas cubiertas comunes. Los tricomas son coloniales, a diferencia de *Calothrix*, los cuales presentan membranas individuales. Según Guiry & Guiry (2019), actualmente el género se compone de 51 especies aceptadas taxonómicamente. Entre ellas se encuentra *R. bullata*,

que se caracteriza por presentar tricomas densos agrupados en una cubierta membranosa irregular, con una célula subterminal de diámetro igual o menor que el heterociste (Lambert *et al.*, 1989). *R. bullata* se ha documentado en gran parte de la costa europea, además del Mediterráneo, Sudáfrica, India, Turquía, China, Nueva Zelanda y en las islas Canarias. El hallazgo de *R. bullata* en Salvajes constituye la primera cita para estas islas, y el segundo archipiélago macaronésico en el que se ha detectado su presencia.



**Fig. 8** - *Rivularia bullata* Berkeley ex Bornet & Flahault. **a.** Colonia (escala = 0,5 cm). **b.** Hábito filiforme, compuesto por tricomas embebidos en una matriz (escala = 165  $\mu$ m). **c.** Detalle de los tricomas, donde se observan los heterocistes terminales (h), la segunda célula y el tricoma final (escala = 45  $\mu$ m). **d.** Detalle de los tricomas, donde se observan los heterocistes terminales y el tricoma final finalizando en estructura filiforme (escala = 45  $\mu$ m).

### 3.3.2. *Schizothrix calcicola* Gomont

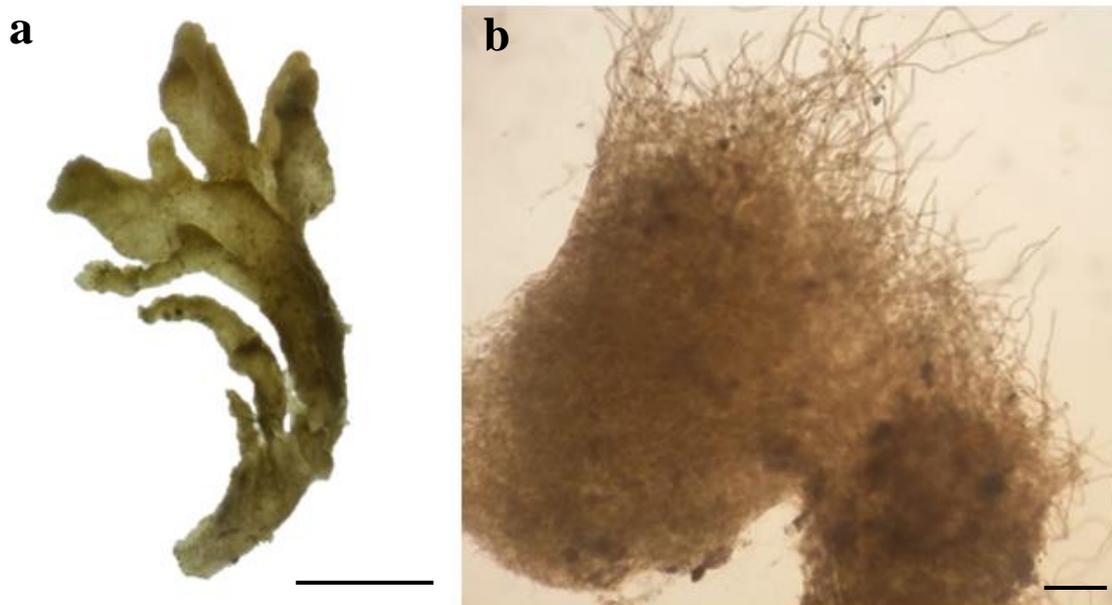
**Descripción:** Los individuos identificados en este estudio se caracterizan por formar una agrupación de tricomas que dan lugar a una masa de morfología irregular, color verdoso y aspecto áspero (**Figura 9a**). Se trata de tricomas individuales, pluricelulares, no atenuados en el ápice y con las células claramente separadas por paredes transversales

(Figura 9b). Los tricomas, de menos de 3,5  $\mu\text{m}$  de diámetro, presentan una célula terminal hemisférica con la pared distal delgada.

**Hábitat:** En las islas Salvajes, *Schizothrix calcicola* es una especie que crece en el sublitoral, formando parte de comunidades cespitosas junto con otros géneros de feofíceas como *Sargassum*, *Dictyota* o *Lobophora*, y rodófitos como *Jania rubens*, *Lophocladia trichoclados*, entre otros.

**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Grande [estación 1 (06.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.692); estación 2 (06.09.2015 leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.693)], Salvaje Pequeña [estación 14 (10.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.694)].

**Observaciones:** El género *Schizothrix* fue descrito por Kützing ex Gomont (1892), asignando como especie tipo a *Schizothrix fuscescens* Kützing ex Gomont. Este género pertenece al orden Synechococcales, el cual presenta mayores dificultades de identificación específicas en comparación con el resto de órdenes de cianobacterias. Synechococcales originariamente contenía géneros cocoides y bacilloides unicelulares y coloniales, mientras que Pseudanabaenales agrupaba a las formas filamentosas simples. Sin embargo, Mai *et al.* (2018) revisaron estos órdenes y resolvieron su filogenia. Como consecuencia, todos los géneros fueron agrupados en Synechococcales, con 11 familias, de las cuales Pseudanabaenaceae, Leptolyngbyaceae, Romeriaceae, Heteroleibleiniaceae, y Schizotrichaceae presentan formas filamentosas simples con tilacoides periféricos. *Schizothrix* es el género mejor representado de Schizotrichaceae, mostrando gran importancia ecológica y desarrollándose en una gran variedad de hábitats (Drouet, 1963). El género se caracteriza por presentar tricomas fasciculados en una cubierta común que se encuentra cerrada en el ápice (Komarek *et al.*, 2006). Actualmente incluye 123 especies aceptadas taxonómicamente (Guiry & Guiry, 2019), entre las que se encuentra *Schizothrix calcicola*. Esta especie crece en diferentes hábitats y localidades, y se ha registrado desde las cálidas islas caribeñas hasta los fríos ambientes del Ártico, adaptándose genéticamente a las diferencias de temperatura y periodos de luz solar (Tang & Vincent, 2000), de forma que no es sorprendente que muestre una distribución subcosmopolita. El hallazgo de *Schizothrix calcicola* en Salvajes supone la primera cita de esta especie en las islas, previamente conocida en los archipiélagos de Canarias y Madeira.



**Fig. 9-** *Schizothrix calcicola* Gomont. **a.** Visión superficial de la colonia, de morfología irregular, color verdoso y aspecto rugoso (escala = 0,5 cm). **b.** Detalle de los tricomas pluricelulares que componen la colonia (escala = 150  $\mu$ m).

## **Rhodophyta**

### **3.3.3. *Aglaothamnion cordatum* (Børgesen) Feldmann-Mazoyer**

**Descripción:** Los individuos identificados en este estudio presentan talos erectos arborescentes, de 6 mm de altura, de estructura filamentosa y abundantemente ramificados (**Figuras 10a-b**). Se componen en su parte más apical por penachos densos de ramas, presentando ramificación principal alterna helicoidal (**Figura 10c**) y pseudodicótoma en las ramas de último orden. Los ejes de crecimiento indeterminado se extienden hasta alcanzar una anchura del hábito de entre 4,5 y 7 mm. Presentan ejes con corticación rizoidal cerca de la base, constituidos por células uninucleadas, de paredes gruesas y generalmente cuadradas, 31x44  $\mu$ m, en visión superficial (**Figura 10d**). Los ejes fértiles se encuentran más ramificados, pudiéndose observar en ellos los tetrasporangios sésiles, ovoides a piriformes, de 30  $\mu$ m de diámetro, dispuestos en serie en la cara interna de las ramas, generalmente a nivel de las dicotomías (**Figura 10d**).

**Hábitat:** En las islas Salvajes, *Aglaothamnion cordatum* se encuentra presente en el sublitoral, en ambientes rocosos donde dominan comunidades cespitosas dispuestas en parches, entre las que se distribuyen otros macrófitos abundantes, como *Asparagopsis*

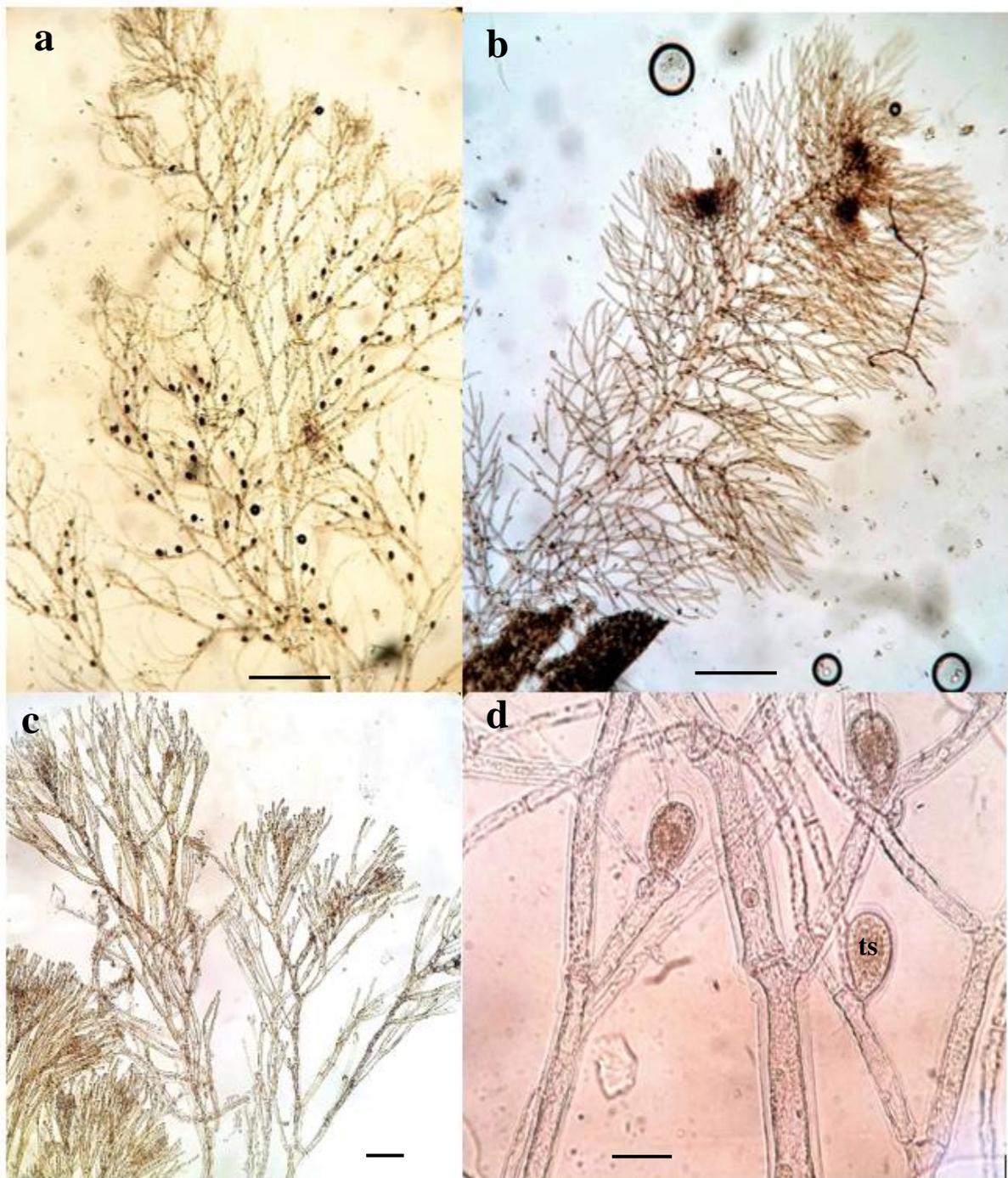
*taxiformis*, *Lobophora* sp., *Sargassum* sp., *Jania rubens* y *Lophocladia trichoclados*, entre otros.

**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Grande [estación 20 (12.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.695); estación 29 (15.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.696)].

**Observaciones:** El género *Aglaothamnion* (Ceramiales) fue descrito por Feldmann-Mazoyer (1941), asignando como especie tipo a *Aglaothamnion furcellariae* (J. Agardh) Feldmann-Mazoyer, la cual es aceptada actualmente como *Aglaothamnion tenuissimum* (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer. Este género fue creado para separar especies que previamente pertenecían al género *Callithamnion*, y se caracterizaban por presentar células vegetativas uninucleadas, un alineamiento en zigzag en la rama carpogonial y carposporófitos con forma lobulada y no redondeada (L'Hardy & Rueness, 1990). A lo largo de los años, diversos autores han estudiado y argumentado las diferencias entre ambos géneros, sin llegar a ninguna conclusión evidente para separar las dos líneas evolutivas. McIvor *et al.* (2002) realizaron análisis de secuenciación de genes, indicando que actualmente no hay razones determinantes para separar ambos géneros. *Aglaothamnion* podría constituir un grupo parafilético (Schneider & Wynne, 2007).

De acuerdo con Guiry & Guiry (2019), actualmente existen 29 especies de *Aglaothamnion* aceptadas taxonómicamente y fundamentadas en la literatura. Sin embargo, son necesarios más estudios combinando evidencias morfológicas y moleculares que resuelvan finalmente las relaciones filogenéticas en este género. *Aglaothamnion cordatum* fue descrita como *Callithamnion cordatum* Børgesen (1909), y actualmente se considera también sinónimo de *Aglaothamnion neglectum* Feldmann-Mazoyer.

En la actualidad, presenta una distribución subcosmopolita, ya que ha sido documentada en las costas templado-cálidas de todos los continentes (Guiry & Guiry, 2019). Su hallazgo en Salvajes constituye la primera cita para las islas.



**Fig. 10** - *Aglaothamnion cordatum* (Børgesen) Feldmann-Mazoyer. **a.** Tetrasporófito (escala = 3 mm). **b.** Hábito abundantemente ramificado (escala = 2 mm). **c.** Detalle de las ramificaciones (escala = 150  $\mu$ m). **d.** Visión superficial del talo filamentososo, con células uninucleadas. Tetrasporangios sésiles (ts) presentes (escala = 20  $\mu$ m).

### 3.3.4. *Centroceras gasparrinii* (Meneghini) Kützing

**Descripción:** Los especímenes recolectados en el estudio se encontraron formando céspedes de hasta 1 cm de altura, compuestos por talos erectos y postrados de alrededor de 100  $\mu\text{m}$  de diámetro (**Figura 11a**). Los ejes erectos se encuentran divididos dicotómicamente, ocasionalmente tricótoma, y se componen de 9-13 intervalos de 119  $\mu\text{m}$  de largo que segmentan los ejes en nudos y entrenudos (**Figuras 11b-c**). En los ejes postrados, las células periaxiales forman numerosos rizoides pluricelulares uniseriados, mientras que en los ejes erectos, de 10,5  $\mu\text{m}$  de diámetro, las células periaxiales pueden dar lugar a ramas adventicias en las partes más basales del talo.

Presenta una organización pseudoparenquimatosa uniaxial, con un filamento central, de 45-60  $\mu\text{m}$  de diámetro, que se encuentra rodeado por células corticales organizadas en hileras (**Figuras 11c-d**). En los nudos donde se dividen los segmentos, la célula axial forma un anillo de 10-12 células periaxiales, las cuales a su vez dan lugar a 3 células corticales iniciales (excepto la célula abaxial). La primera célula cortical inicial puede formar una espina y una célula cortical, una célula glandular junto con una célula cortical, o dos células corticales. La segunda célula cortical, al dividirse transversalmente forma una célula hacia el ápice y un filamento hacia la base. Por último, la tercera célula cortical inicial forma un filamento de manera basípeta. En cada nudo se forma un verticilo de espinas tricelulares (incluyendo la célula cortical inicial) de 71  $\mu\text{m}$  de longitud.

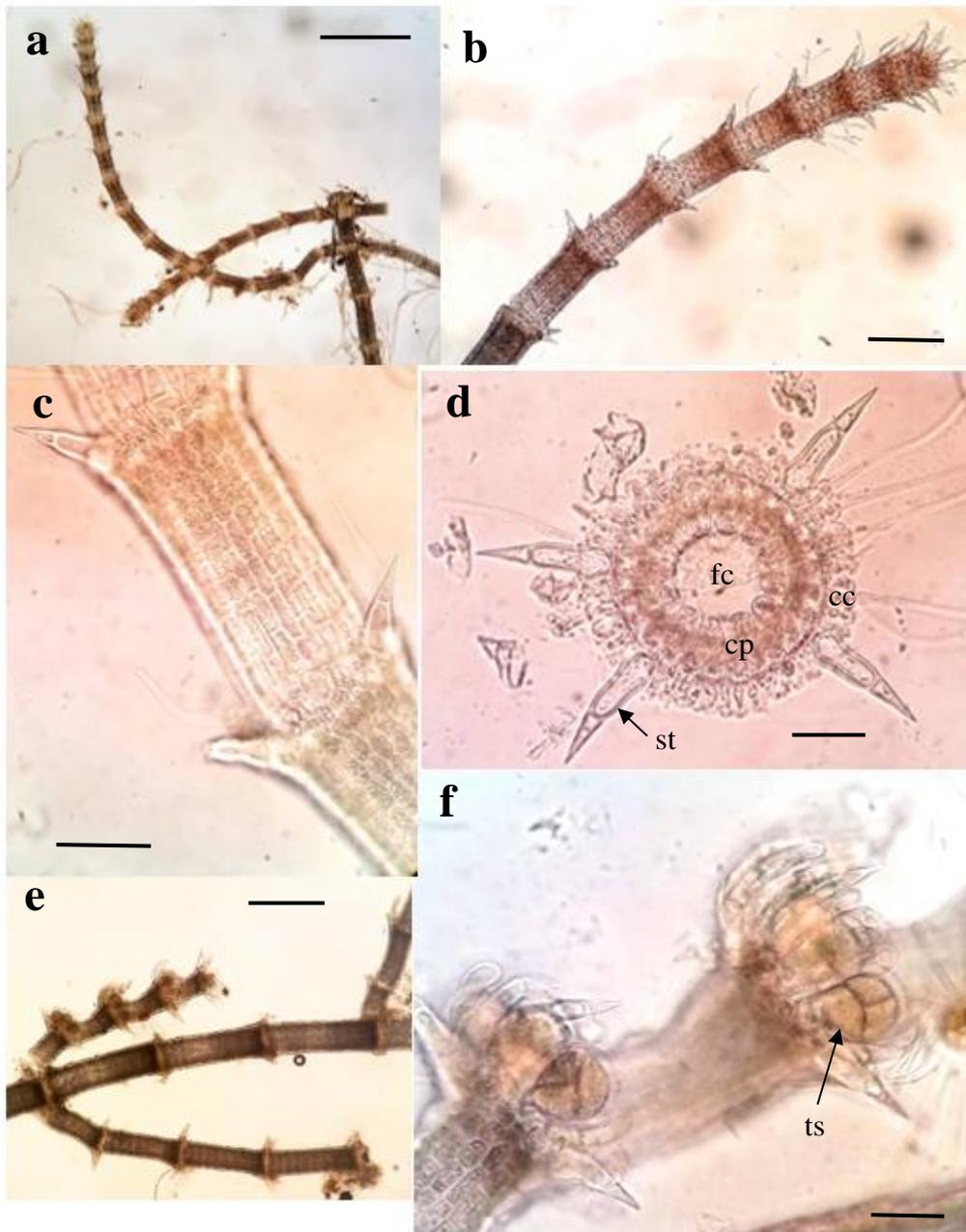
En los nudos fértiles se observaron tetrasporangios tetraédricos formados alrededor del eje, hacia la parte apical de las ramas. Presentan morfología de esférica a ovoide, de 37  $\mu\text{m}$  de diámetro, y aparecen protegidos por ramas involucrales pluricelulares, curvas y espiniformes (**Figuras 11e-f**).

**Hábitat:** En las Islas Salvajes, *Centroceras gasparrinii* se encontró formando parte de comunidades cespitosas de pequeño porte en el sublitoral, que cubren gran parte de la superficie rocosa. Entre las especies que conforman estas comunidades destacan además otros macrófitos acompañantes, como *Lophocladia trichoclados*, *Cottoniella filamentosa*, *Jania rubens*, *Asparagopsis taxiformis* y, en menor representación, *Halopteris scoparia* y *Cladophora liebethuthii*.

**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Grande [estación 17 (11.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.697); estación 24 (13.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.698); estación 27 (14.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.699)].

**Observaciones:** El género *Centroceras* (Ceramiales) fue descrito por Kützing (1842) sin asignar ninguna especie tipo, hasta que Kylin (1956) designó como lectotipo a *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne. En *Centroceras* actualmente se incluyen 12 especies: *Centroceras clavulatum*, *C. distichum* Okamura, *C. corallophiloides* Norris, *C. gasparrinii* (Meneghini) Kützing, *C. hyalacanthum* Kützing, *C. internitens* Gallagher & Humm, *C. japonicum* Itono, *C. micracanthum* Kützing, *C. minutum* Yamada, *C. rodmanii* Won, Cho & Fredericq, *C. secundum* Wynne, y *C. tetrachotomum* Won, Cho & Fredericq (Won, 2010). *Centroceras clavulatum* ha sido considerada como un ejemplo de especie cosmopolita, con gran variabilidad morfológica (Hommersand, 1963; Hoek & Breeman, 1990). Sin embargo, Won *et al.* (2009) separaron en varias especies los especímenes conocidos como *C. clavulatum* de diferentes regiones geográficas, reservando *C. clavulatum* para aquellas plantas con ramificación pseudodicótoma o tricótoma, espinas rectas, células glandulares aplanadas y tetrasporangios sin ramas involucrales.

Won *et al.* (2009) consideraron que *C. clavulatum* presenta una distribución restringida al norte de Chile, Perú, sur de California, sur de Australia y Nueva Zelanda. En el Atlántico, y especialmente en la flora de las islas Atlánticas (Macaronesia), ha sido considerada una especie muy común tanto en hábitats intermareales como en el sublitoral (Sansón, 1991). Una de las especies resucitadas por Won *et al.* (2009) fue *Centroceras gasparrinii*, descrita por Meneghini (1844) como *Ceramium gasparrinii* y posteriormente incluida como sinónimo de *Ceramium clavulatum* por C. Agardh in Kunth (1822). Los caracteres clave para diferenciar esta especie del resto de especies del género son: (1) una célula glandular y una célula cortical, una espina y una célula cortical, o dos células corticales formadas a partir de la primera célula cortical inicial; (2) una célula cortical ovoide a partir de la segunda cortical inicial; (3) espinas rectas; (4) células glandulares ovoides; y (5) tetrasporangios con ramas involucrales (Won, 2010). El estudio en detalle de especímenes de *Centroceras* recolectados en el sublitoral de las islas Salvajes apoyan la idea de la ausencia de *C. clavulatum*, siendo por el contrario *C. gasparrinii* un elemento común en las comunidades cespitosas de este archipiélago. *C. gasparrinii* se conoce actualmente para diversas localidades en el Indo-Pacífico, Mediterráneo y Atlántico (Caribe, Brazil, Península Ibérica, Gabón y Gambia). El hallazgo de *C. gasparrinii* constituye la primera cita de esta especie para las islas Salvajes, aunque probablemente pudo haber sido confundida e identificada como *C. clavulatum* con anterioridad.



**Fig. 11** - *Centroceras gasparrinii* (Meneghini) Kützing. **a.** Hábito (escala = 0,25 cm). **b.** Detalle de los ejes segmentados (nudos y entrenudos) (escala = 400  $\mu$ m). **c.** Detalle de dos nudos mostrando el verticilo de espinas tricelulares y el entrenudo con células corticales dispuestas en hileras (escala = 100  $\mu$ m). **d.** Sección transversal de un eje, mostrando el filamento central (fc), las células pericentrales (cp), las células corticales (cc) y las espinas tricelulares (st) (escala = 50  $\mu$ m). **e.** Visión superficial del talo con una rama lateral fértil (Escala = 400  $\mu$ m). **f.** Verticilos de tetrasporangios (t) tetraédricos, protegidos por ramas involucrales (ts) (escala = 50  $\mu$ m).

### 3.3.5. *Amphiroa beauvoisii* J.V. Lamouroux

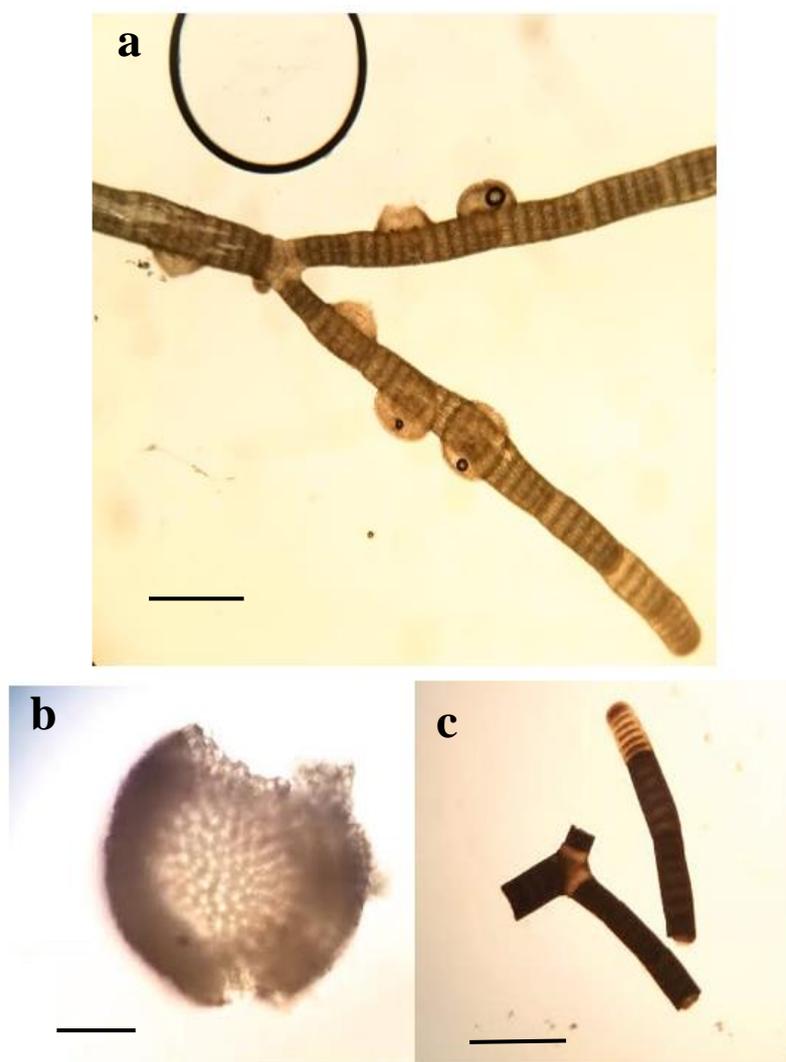
**Descripción:** Los individuos recolectados en este estudio se detectaron entre las especies cespitosas, presentando un talo filiforme, calcificado, de 5-8 mm de altura y 172-180  $\mu\text{m}$  de diámetro (**Figura 12a**). Presenta una ramificación dicótoma, irregular, ocasionalmente pinnada, con los ápices de las ramas redondeados. Las ramas están segmentadas, constituidas por intergenículos calcificados unidos por genículos sin calcificación, ambos formados por varios estratos de células en visión superficial (**Figuras 12a, c**). El inicio de la ramificación generalmente es a nivel del intergenículo. Las ramas distales presentan ángulos de ramificación de 20-90° y los ápices de los intergenículos se encuentran aplanados (**Figura 12c**). Presentan una organización pseudoparenquimatosa multiaxial, con una médula hialina constituida por filamentos paralelos dispuestos compactamente y un córtex superficial de pequeñas células pigmentadas, muy calcificadas (**Figura 12b**). En los talos fértiles, se observaron conceptáculos tetrasporangiales hemisféricos, laterales en la superficie de los intergenículos, formando abultamientos de hasta 320  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Hábitat:** En las Islas Salvajes, *Amphiroa beauvoisii* crece en ambientes sublitorales dominados principalmente por especies de algas cespitosas, compartiendo hábitat con macrófitos de mayor tamaño, como *Lobophora* sp., *Lophocladia trichoclados*, *Jania rubens*, *Taonia atomaria*, *Sargassum* sp. y *Halopteris scoparia*. Otras especies acompañantes mostraron menor cobertura, *Dictyota canariensis* y *Dasycladus vermicularis*, entre otros.

**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Grande [estación 1 (06.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.700)].

**Observaciones:** El género *Amphiroa* fue descrito por J.V.Lamouroux (1812), asignando como especie tipo a *Amphiroa tribulus* (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux. *Amphiroa* pertenece al orden Corallinales, que se caracteriza principalmente por la abundancia de carbonato cálcico en forma de calcita en sus paredes celulares. Las especies de este orden juegan un papel clave a nivel ecológico y geológico en numerosos hábitats marinos, especialmente en los ecosistemas de arrecifes tropicales o en hábitats rocosos de regiones templadas (Bailey & Chapman, 1998). Entre las corallinales, *Amphiroa* pertenece a la familia *Lithophyllaceae* Athanasiadis (2016), que contiene las tribus Amphiroeae, Dermatolitheae y Lithophylleae.

*Amphiroa* incluye actualmente 56 especies aceptadas taxonómicamente, entre las cuales se encuentra *Amphiroa beauvoisii*, una especie muy variable en cuanto a su morfología externa pero fácilmente reconocible por sus ramas aplanadas, carácter diagnóstico de la especie. *Amphiroa beauvoisii* es una especie subcosmopolita, presentando una amplia distribución principalmente en regiones tropicales y templado-cálidas del planeta. El hallazgo de individuos de *A. beauvoisii* en las islas Salvajes constituye el primer registro de esta especie en el archipiélago. Sin embargo, su presencia no es inesperada, ya que se conoce previamente en el resto de archipiélagos macaronésicos, excepto en las islas de Cabo Verde.



**Fig. 12** - *Amphiroa beauvoisii* J.V.Lamouroux. **a.** Vista superficial del talo filiforme, con ramificación dicotómica, géniculos e intergéniculos, y con presencia de conceptáculos laterales en la superficie del intergéniculo (escala = 400  $\mu$ m). **b.** Sección transversal de un eje, donde se observa la organización pseudoparenquimatosa multiaxial (escala 50  $\mu$ m). **c.** Visión superficial de un géniculo con la división dicótoma y el ápice de un intergéniculo (escala = 450  $\mu$ m).

### 3.3.6. *Hydrolithon boreale* (Foslie) Y.M.Chamberlain

**Descripción:** Los individuos analizados en este estudio se encontraron epífitos sobre *Dictyota dichotoma*, y se caracterizan por presentar talos costrosos, calcificados, rígidos pero delgados. Presentan forma orbicular y se observaron creciendo agrupados en forma de costras confluentes a lo largo de los talos acintados de *Dictyota* (**Figura 13a**). En cuanto a su organización, presenta una estructura pseudoparenquimatosa multiaxial con crecimiento marginal, lo que le permite extenderse sobre la lámina del basífito.

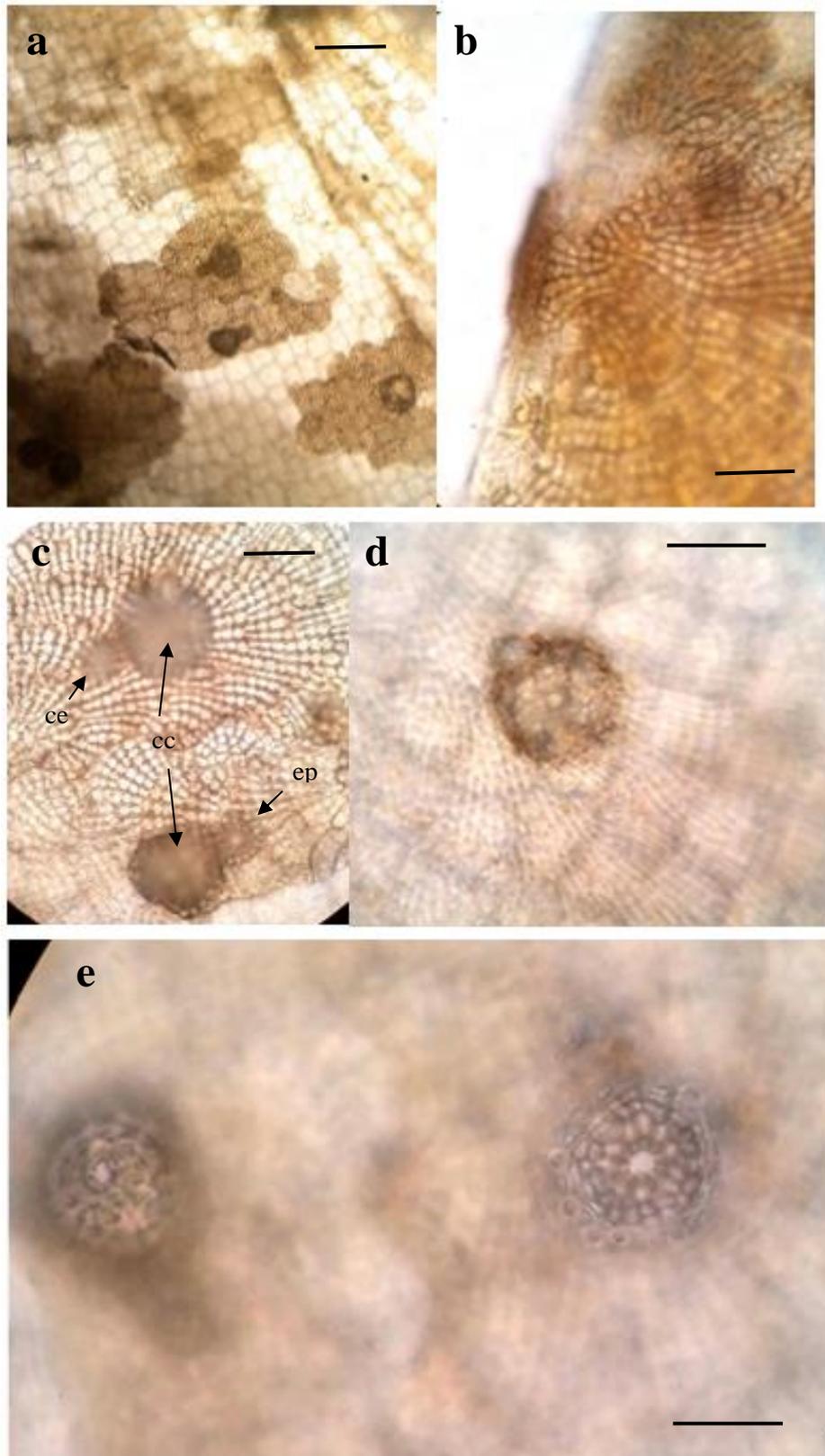
Las costras de *Hydrolithon boreale* son de color rosa a malva pálido, pequeñas, de hasta 2 mm de diámetro y unos 12  $\mu\text{m}$  de grosor, de márgenes enteros. Se originan a partir de un disco germinativo plano (**Figura 13b**), formado por 4 células centrales angulosas, rodeadas por 8 células, 4 grandes y 4 pequeñas, enfrentadas dos a dos. Numerosos tricocitos (pelos) se reparten por la superficie de la costra, generalmente en la región central. En visión superficial, se observan fusiones celulares en las células hipotalianas, que son de subrectangulares a subcuadradas, alargadas radialmente (**Figura 13c**). Las diminutas células epitalianas son redondeadas y se sitúan en el extremo distal de cada célula hipotaliana. Los individuos estudiados son gametófitos monoicos, con conceptáculos uniporados espermatangiales (masculinos) y carposporangiales (femeninos) reunidos en parejas, distribuidas irregularmente en la superficie de la costra (**Figura 13c-d**). Los conceptáculos espermatangiales son de pequeño tamaño, de 27  $\mu\text{m}$  de diámetro, ligeramente convexos y presentan un anillo periférico de células epitalianas (**Figura 13c**). Los conceptáculos carposporangiales, de 77  $\mu\text{m}$  de diámetro, surgen bruscamente de la superficie de la costra (**Figura 13d-e**), por lo que su base aparece rodeada de células vegetativas superficiales (**Figura 13e**).

**Hábitat:** En las Islas Salvajes, *Hydrolithon boreale* apareció en el sublitoral creciendo como epífito en las ramas acintadas de *Dictyota dichotoma*, que comparte hábitat con otros macrófitos, como *Sargassum* spp., *Lobophora* sp., *Dictyota pleiacantha* y *Cladophora liebethuthii*, entre otros. Aunque durante este estudio no se detectó la presencia de otras especies epífitas de Corallinales costrosas creciendo junto a *Hydrolithon boreale*, es muy habitual en muestras de Canarias que comparta el sustrato con *Hydrolithon cruciatum*, *Hydrolithon farinosum*, *Pneophyllum fragile* y *Melobesia membranacea*.

**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Grande [estación 2 (06.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.701)].

**Observaciones:** El género *Hydrolithon* fue descrito por Foslie (1909), designando a *Hydrolithon reinboldii* (Weber Bosse & Foslie) Foslie como especie tipo. El género pertenece al orden Corallinales, que se caracteriza principalmente por la abundancia de carbonato cálcico en forma de calcita en sus paredes celulares. *Hydrolithon* es un género taxonómicamente controvertido desde su descripción original, ya que en él se han incluido desde costras anuales diminutas, de organización sencilla, hasta costras perennes de gran tamaño con talos morfológicamente complejos. Actualmente, *Hydrolithon* se caracteriza por: (1) un talo costroso, no geniculado; (2) ausencia de sinapsis secundarias, pero con fusiones laterales entre células de filamentos contiguos; (3) ausencia de estrato basal de células en empalizada; (4) escasez de tricocitos en la superficie del talo; (5) conceptáculos tetra/biesporangiales formados por filamentos periféricos al área fértil e intercalados entre los tetra/biesporangios iniciales; y (6) espermatangios formados en la base del conceptáculo masculino (Maneveldt *et al.*, 2015). Durante muchos años se ha discutido la delimitación entre *Hydrolithon* y *Porolithon*, y aún son necesarios estudios morfológicos y moleculares que determinen los caracteres diagnósticos y las relaciones filogenéticas entre ellos. Se describieron como géneros independientes para ser posteriormente fusionados, luego divididos en subgéneros (Wolf *et al.*, 2015) y finalmente separados en dos linajes (Bittner *et al.*, 2011). Actualmente, el género *Hydrolithon* incluye 22 especies aceptadas taxonómicamente (Guiry & Guiry, 2019). Entre ellas, *H. boreale* fue estudiada en detalle por Reyes & Afonso-Carrillo (1995) como especie epífita de las hojas de *Cymodocea nodosa* en praderas de las islas Canarias.

*Hydrolithon boreale* se distribuye por regiones templado-cálidas de todos los océanos, principalmente por las costas europeas, Ghana, Túnez, Golfo Árabe, Golfo Pérsico, China, Australia, Islas Fiji y Polinesia francesa (Guiry & Guiry, 2019). En la Macaronesia solo se ha documentado su presencia en las islas Canarias, por lo que su hallazgo en las muestras estudiadas supone la primera cita para las islas Salvajes.



**Fig. 13** - *Hydrolithon boreale* (Foslie) Y.M.Chamberlain. **a.** Hábito costroso sobre una rama de *Dictyota dichotoma* (escala = 200  $\mu\text{m}$ ). **b.** Detalle del disco germinativo y de la costra en visión superficial (escala = 60  $\mu\text{m}$ ). **c-e.** Detalle de los conceptáculos uniporados, dispuestos en parejas. Se observan los conceptáculos carposporangiales prominentes (cc) y los conceptáculos espermatangiales diminutos (ce), con un anillo de células epitalianas (ep) (escala = 60  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$  respectivamente).

### 3.3.7. *Peyssonnelia inamoena* Pilger

**Descripción:** Los individuos analizados en este estudio se caracterizan por presentar talos epilíticos costrosos, calcificados, laminar-orbiculares (**Figura 14a**), con zonas de crecimiento concéntricas, estrías radiales y filamentos paralelos que se observan en visión superficial de la cara superior y basal. La calcificación es hipobasal (**Figura 14a**), a través de la cual sobresalen los numerosos rizoides unicelulares, de 65-70  $\mu\text{m}$  de longitud, que fijan la costra al sustrato (**Figura 14b**). Los talos presentan una organización pseudoparenquimatosa multiaxial, con un estrato radial de células medulares basales, cuyas células terminales marginales son las responsables del crecimiento, y un córtex de filamentos erectos ramificados, de 3-6 células de largo. La célula basal de los filamentos corticales es similar (o ligeramente menor) que la célula medular de la que se origina. Las células corticales superficiales presentan una longitud de 14  $\mu\text{m}$ . Entre los individuos estudiados se observaron tetrasporófitos, con nematecios superficiales prominentes, de lineares a redondeados (**Figuras 14c-e**), de 623  $\mu\text{m}$  de diámetro. Los esporangios, de ovoides a piriformes, de 90-95  $\mu\text{m}$  de diámetro, pardo-oscuros (**Figuras 14c-d**), aparecen entremezclados con paráfisis pluricelulares filiformes hialinas (**Figura 14e**).

**Hábitat:** En las islas Salvajes, *Peyssonnelia inamoena* crece en el sublitoral, directamente sobre el sustrato rocoso, entre comunidades de algas cespitosas, en las que dominan rodófitos como *Lophocladia trichoclados* y *Jania rubens*, entre otros.

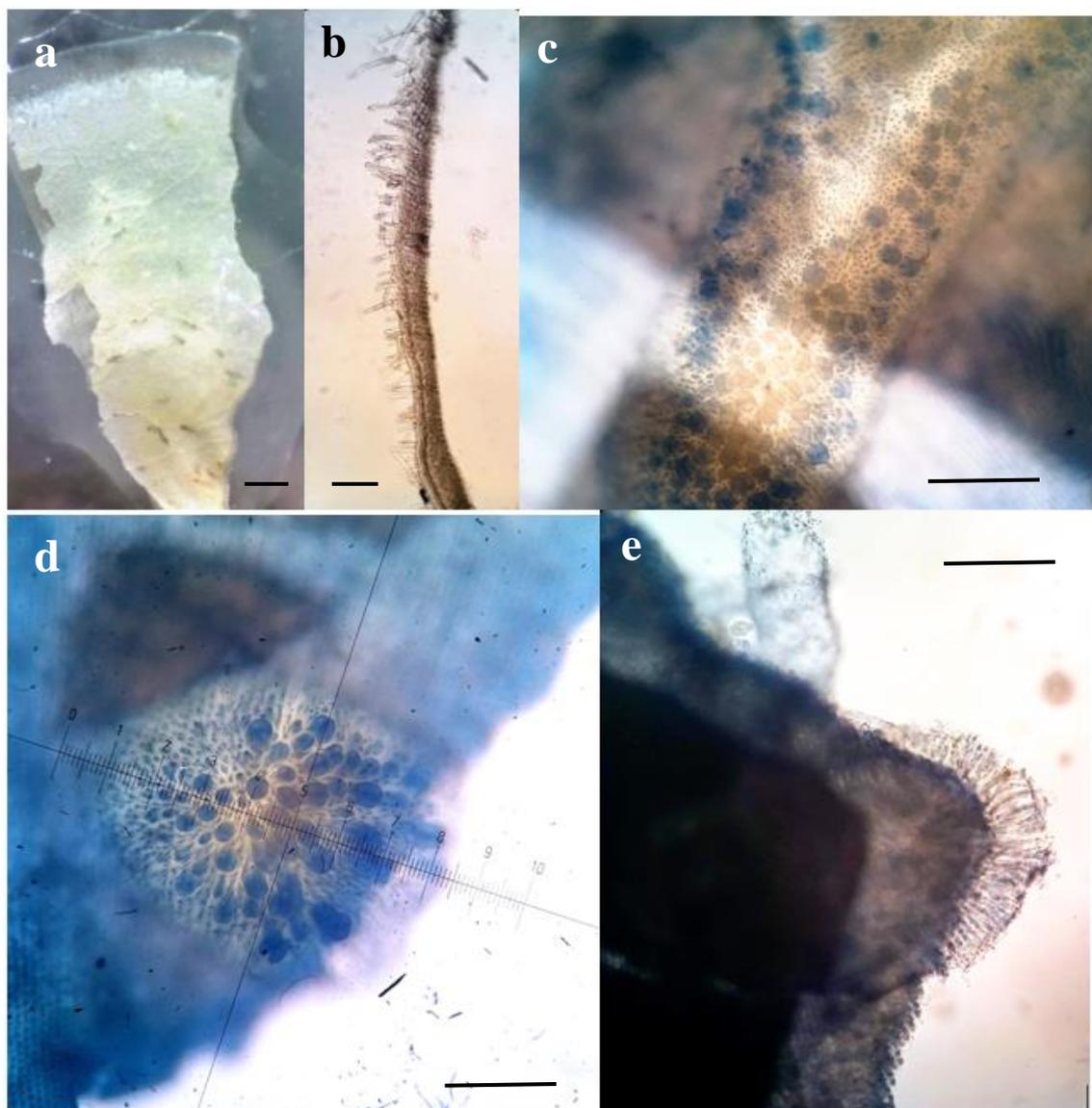
**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Grande [estación 27 (14.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.702)].

**Observaciones:** El género *Peyssonnelia* fue descrito por Decaisne (1841), asignando como especie tipo a *Peyssonnelia squamaria* (S.G.Gmelin) Decaisne ex J.Agarth. Este género forma parte de la familia Peyssonneliaceae (Denizot, 1968), siendo el que presenta una mayor riqueza específica (Gabriel *et al.*, 2015; Guiry & Guiry, 2019). *Peyssonnelia* se caracteriza por presentar un talo postrado, costroso, con un solo estrato de filamentos medulares ramificados, dispuestos en filas paralelas o flabeladas, que producen rizoides unicelulares o pluricelulares. Si presentan calcificación, ésta es en forma de aragonito, y los tetrasporangios se forman en nematecios, con numerosas paráfisis (Guimarães & Fujii, 1999).

Actualmente, *Peyssonnelia* incluye 90 especies aceptadas taxonómicamente (Guiry & Guiry, 2019). Entre ellas, *Peyssonnelia inamoena*, descrita por Pilger (1911).

Desde el punto de vista morfológico, *Peyssonnelia inamoena* se encuentra estrechamente relacionada con *P. valentini* Y.Yoneshigue & C.F.Boudouresque, de la que principalmente se diferencia por formar una fina costra calcificada, de consistencia membranosa y flexible, con líneas concéntricas radiales apenas distinguibles bajo el microscopio (Guimarães & Fujii, 1999).

*Peyssonnelia inamoena* es una especie subcosmopolita, con una amplia distribución por todos los continentes e islas oceánicas. En la región Macaronésica, esta especie se conoce en Madeira, Canarias y Cabo Verde (Guiry & Guiry, 2019) constituyendo el presente hallazgo una nueva cita para las islas Salvajes.



**Fig. 14** - *Peyssonnelia inamoena* Pilger. **a.** Fragmento de lámina en visión superficial (escala = 1 cm). **b.** Corte transversal de la lámina, donde se observan los estratos de células y los rizoides formados a partir de los filamentos (escala = 50  $\mu$ m). **c-d.** Detalle de nematecios con las esporas (escala = 200  $\mu$ m). **e.** Vista transversal del nematecio y las células portadoras de las esporas (escala = 200  $\mu$ m).

## Phaeophyta

### 3.3.8. *Dictyota canariensis* (Grunow) Tronholm

**Descripción:** Los talos recolectados durante este estudio se caracterizan por presentar un hábito erecto, arborescente, con ramas aplanadas, acintadas, de hasta 3,4 cm de longitud y 4,1 cm de ancho (**Figura 15a**). A menudo, los talos de *D. canariensis* presentan iridiscencia azul-verdosa bajo el agua, mostrando unas manchas pigmentadas cuadradas o rectangulares cerca de los ápices, generalmente por debajo de los puntos de dicotomía, aunque esta coloración puede perderse al extraer el espécimen del agua o tras ser conservado en formalina. Las ramas se dividen dicotómicamente, hasta unas 8 veces desde el disco basal de fijación hasta el ápice, con una distancia media de 4-6 mm entre dicotomías. El ancho de las ramas, de unos 3 mm en la región basal, disminuye regularmente hacia los ápices. Los ápices varían de redondeados a obtusos, terminando en una prominente célula apical lenticular (**Figura 15b**). Los márgenes de las ramas se encuentran regularmente dentados, con pequeños dientes triangulares, presentando de manera frecuente proliferaciones superficiales. Los talos presentan una organización parenquimatosa simple, con un córtex externo de células pigmentadas y una médula interna de células hialinas. En sección transversal, se observa el córtex uniestratificado, constituido por células cuadrangulares, con vértices redondeados, de 23,1  $\mu\text{m}$  de diámetro y 14,7  $\mu\text{m}$  de alto. La médula es también uniestratificada en toda la longitud del talo, compuesta por grandes células rectangulares, de 131,2  $\mu\text{m}$  de alto y 41-82  $\mu\text{m}$  de ancho, con paredes delgadas (**Figuras 15c-d**). Los individuos estudiados no presentaron estructuras reproductoras.

**Hábitat:** En las Islas Salvajes, *Dictyota canariensis* es una especie epilítica, con frecuencia observada en blanquizales sublitorales, caracterizados por la dominancia de coralinales incrustantes y otras dictiotales, como *Lobophora* spp..

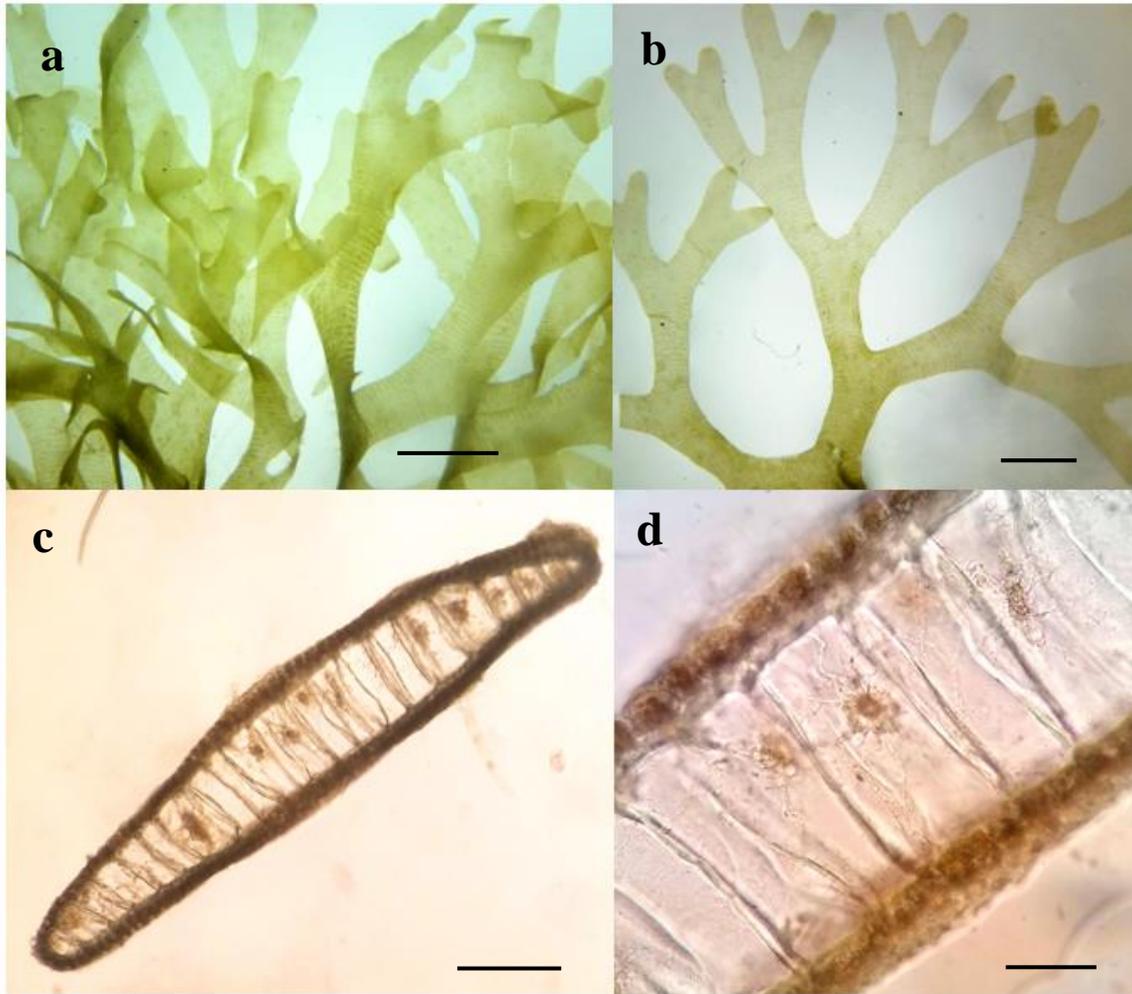
**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Pequeña [estación 9 (08.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.703)].

**Observaciones:** Después de los órdenes Ectocarpales y Fucales, el orden Dictyotales es el tercero con mayor diversidad dentro de las feofíceas, con unas 298 especies. Se trata de un grupo de algas pardas ampliamente distribuidas por aguas tropicales y subtropicales, aunque algunas especies también crecen en regiones templadas (De Clerck, 2003; Bittner *et al.*, 2008; Tronholm, 2011). Este orden está caracterizado por presentar

un crecimiento apical por una célula lenticular situada en los extremos de todas las ramas, un ciclo de vida haplodiplonte isomórfico y una reproducción sexual oogámica, con gametófitos generalmente dioicos. Tradicionalmente, en Dictyotales se reconocían tres familias: Dictyotopsidaceae Allender, Scoresbyellaceae Womersley y Dictyotaceae Lamouroux *ex* Dumortier, aunque recientemente la mayor parte de sus representantes se incluyen en Dictyotaceae, divididos en dos tribus: Dictyoteae Greville y Zonarieae De Toni. La subdivisión en tribus se basa fundamentalmente en estudios moleculares apoyados por características morfológicas, como el número de células meristemáticas en los ápices de los frondes. A diferencia de Zonarieae, que presentan crecimiento marginal o por un pequeño grupo de células apicales, los miembros de Dictyoteae se caracterizan por un crecimiento por una única célula apical lenticular, orientada transversalmente (De Clerk *et al.*, 2006).

El género *Dictyota* fue descrito por J.V.Lamouroux (1809a), asignando como especie tipo a *Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux (Hwang *et al.*, 2005; Guiry & Guiry, 2019). A lo largo del tiempo, la taxonomía de este género ha estado sometida a variaciones, principalmente debido a los cambios de criterios para la identificación de las especies. La gran plasticidad morfológica y la variabilidad de los caracteres utilizados supuso una gran dificultad para su delimitación (Hwang *et al.*, 2005; Tronholm *et al.*, 2008; Tronholm *et al.*, 2010). Los estudios moleculares han permitido resolver parcialmente la filogenia de *Dictyota*, a través de caracteres bioquímicos como la producción de diterpenos (Chen *et al.*, 2018), de datos de secuencias de ADN y otros métodos genéticos (Ribera Siguán *et al.*, 2011; Tronholm *et al.*, 2013). Actualmente el género *Dictyota* se compone de 97 especies aceptadas taxonómicamente (Guiry & Guiry 2019), entre las que se incluye *Dictyota canariensis* (Grunow) Tronholm.

*Dictyota canariensis* se encuentra distribuida por Canarias, Madeira, Méjico y las costas tropicales y subtropicales del Atlántico occidental. El hallazgo de esta especie en las comunidades estudiadas supone la primera cita para las islas Salvajes.



**Fig. 15** - *Dictyota canariensis* (Grunow) Tronholm. **a.** Hábito (escala = 5 mm). **b.** Vista en detalle de la lámina, donde se observa la ramificación dicótoma regular y los ápices redondeados (escala = 5 mm). **c.** Sección transversal de una rama, observándose la médula hialina y el córtex pigmentado (escala = 150  $\mu$ m). **d.** Detalle de la sección transversal, donde se observa el córtex uniestratificado de pequeñas células subcuadradas y la médula uniestratificados de grandes células subrectangulares (escala = 50  $\mu$ m).

### 3.3.9. *Dictyota pleiakantha* Tronholm

**Descripción:** Los talos recolectados durante el estudio se caracterizan por presentar un hábito erecto, arborescente, de textura rígida, con ramas aplanadas, acintadas, de hasta 5,3 cm de longitud y 5,5 cm de amplitud. Se fija al sustrato mediante rizoides que forman un disco basal. A menudo, presenta las ramas espiraladas en las regiones basales (**Figura 16a**). Las ramas se dividen de forma subdicótoma, aunque es habitual que se diferencie un eje principal ramificado hasta unas 5 veces de forma alterna. Los ángulos de ramificación son agudos hacia los segmentos apicales, y más amplios en los segmentos medios y basales. El ancho de los ejes es homogéneo a lo largo del talo, con

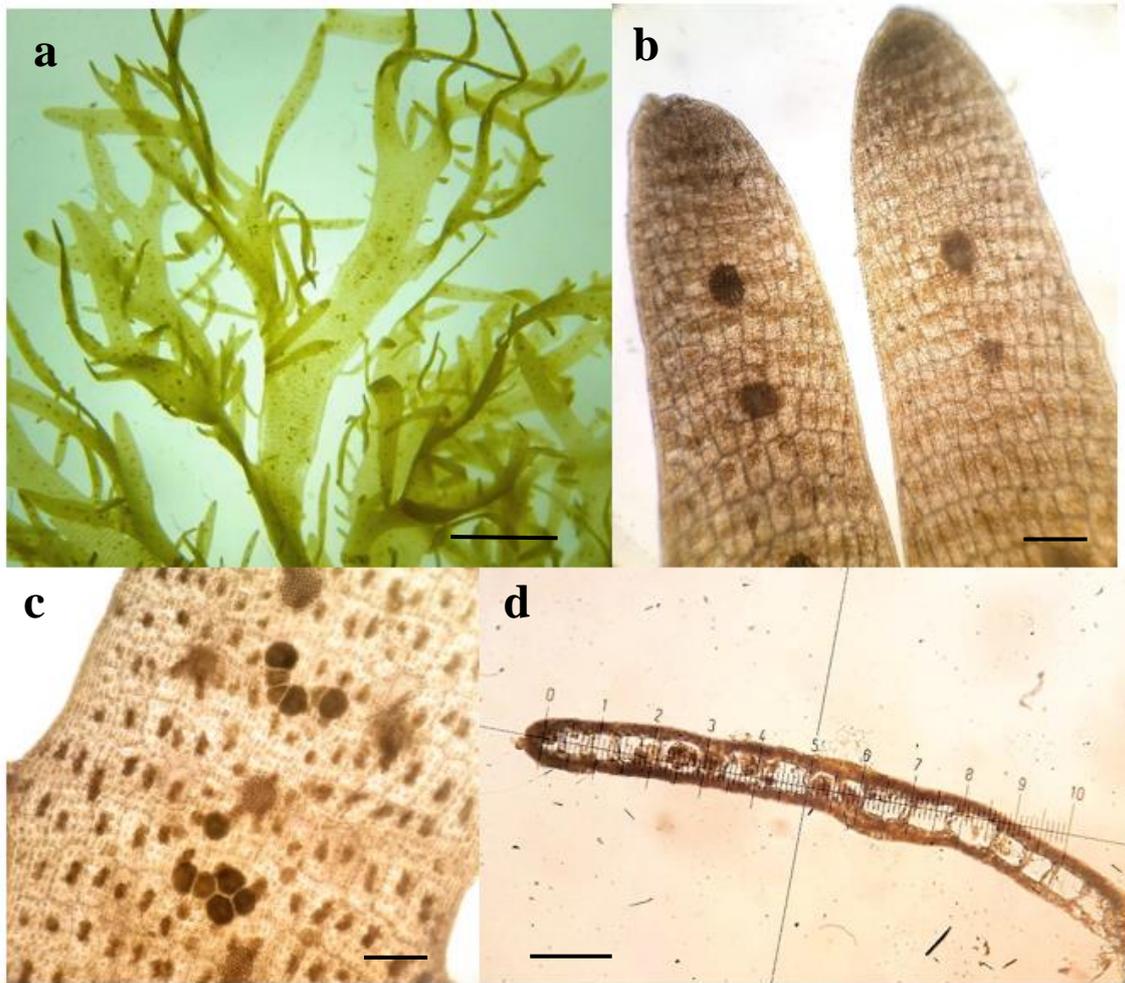
interdicotomías de 4-9 mm de longitud y 4,5 mm de ancho. Las ramas presentan ápices de redondeados a espatulados, con una prominente célula apical (**Figura 16b**). Los márgenes son dentados de manera irregular, con dientes espinosos o ciliados, orientados hacia los ápices, generalmente con proliferaciones marginales. En las partes basales del talo es frecuente observar germinaciones sobre la superficie de las ramas, mientras que hacia las zonas terminales se observan grupos de pelos de feofíceas (**Figura 16b**). Los talos presentan una organización parenquimatosa simple, con un córtex externo de células pigmentadas y una médula interna de células hialinas. En sección transversal, se observa el córtex uniestratificado, constituido por células cuadrangulares, con vértices redondeados, de 12,6  $\mu\text{m}$  de longitud y 18,9  $\mu\text{m}$  de altura. La médula es también uniestratificada y se compone de células cuadrangulares, de 41-65,6  $\mu\text{m}$  de longitud y 41  $\mu\text{m}$  de altura (**Figura 16d**). Se observaron esporófitos y gametófitos femeninos. Los esporófitos muestran esporangios, solitarios o en pequeños grupos (**Figura 16c**), principalmente dispersos en la zona central de las ramas, redondeados en visión superficial, de 10,5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Los gametófitos femeninos presentan soros de oogonios ovoides, de 90  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Hábitat:** En las islas Salvajes, *Dictyota pleiakantha* es una especie muy abundante que crece en ambientes sublitorales, acompañada de otros macrófitos como *Sargassum* sp., *Lobophora* sp., *Canistrocarpus cervicornis*, *Asparagopsis taxiformis* y *Lophocladia trichoclados*, entre otros. Además, estas especies aparecen entremezcladas con comunidades cespitosas, donde crecen *Cladophora liebetruithii* y *Sphacelaria cirrosa*.

**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Pequeña [estación 7 (08.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.704); estación 13 (10.09.2015 leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.705)], Salvaje Grande [estación 29 (15.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.706)].

**Observaciones:** En un estudio dedicado a la caracterización de la morfología de las especies dentadas de *Dictyota*, entre las que se encuentran *D. ciliolata* y *D. crenulata*, y a la clarificación de sus relaciones filogenéticas, Tronholm *et al.* (2013) describieron una nueva especie para la ciencia, *D. pleiakantha*. Esta nueva especie se separó del resto de especies dentadas por la ausencia de iridiscencia, la presencia de manchas oscuras triangulares a nivel de las dicotomías, y ápices espatulados, caracteres que comparte con *D. jamaicensis*. Actualmente, *D. pleiakantha* solo ha sido documentada para las islas

Canarias (Guiry & Guiry, 2019), por lo que su hallazgo durante el estudio supone la primera cita en las islas Salvajes y la segunda localidad conocida para la especie.



**Fig. 16** - *Dictyota pleiacantha* Tronholm. **a.** Hábito (escala = 1 cm). **b.** Detalle de la región apical de dos ramas, donde se observan las células apicales, las filas ordenadas de células medulares (por transparencia) y los grupos de pelos de feofíceas (escala = 200  $\mu$ m). **c.** Detalle de la superficie de una rama con los esporangios dispuestos en pequeños grupos (escala = 200  $\mu$ m). **d.** Sección transversal del talo, donde se observa la médula uniestratificada rodeada por el córtex uniestratificado (escala = 150  $\mu$ m).

### 3.3.10. *Lobophora canariensis* (Sauvageau) C.W. Vieira, De Clerck & Payri

**Descripción:** Los individuos estudiados se caracterizan por presentar talos postrados constituidos por láminas flabeladas de diferente tamaño, hasta 5 cm de diámetro (**Figura 17a**). En visión superficial se observaron bandas de crecimiento concéntricas, líneas de pelos de feofíceas y las células marginales de crecimiento, más oscuras que el resto de células de la lámina. Los talos se fijan al sustrato mediante rizoides pluricelulares, de 226  $\mu$ m de longitud, formados por células de cilíndricas a moniliformes, de hasta 54  $\mu$ m de diámetro (**Figura 17d**). Presenta una estructura parenquimatosa simple, con un córtex

uniestratificado pigmentado y una médula pluriestratificada de células hialinas, excepto el estrato central que muestra células oscuras por las sustancias de reserva acumuladas (**Figura 17c**). En sección transversal, se observan los tres estratos de células medulares, el más interno compuesto por células rectangulares, de 25  $\mu\text{m}$  de altura, y a ambos lados un estrato de células más cortas. El córtex está formado por pequeñas células cuadrangulares, de 16  $\mu\text{m}$  de altura y 20-25  $\mu\text{m}$  de ancho, dos por cada célula de la médula (**Figura 17c**). Se observaron esporófitos fértiles, con esporangios piriformes, sésiles, agrupados en soros en la superficie de la lámina (**Figuras 17b-c**).

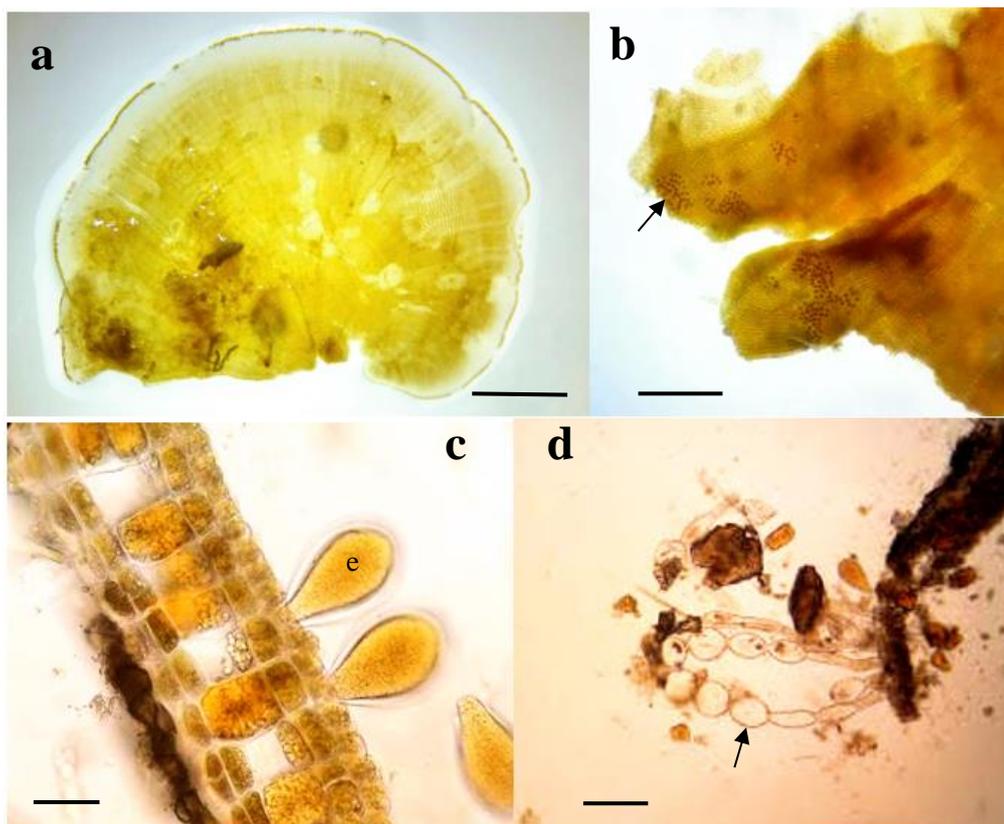
**Hábitat:** En las Islas Salvajes, *Lobophora canariensis* parece una especie abundante en el sublitoral, presente en muchas de las estaciones estudiadas, compartiendo el hábitat con especies estructurantes de los géneros *Dictyota*, *Sargassum* y *Halopteris*, o creciendo en comunidades cespitosas junto a rodófitos, como *Jania*, *Lophocladia*, *Cottoniella* y *Asparagopsis*.

**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Pequeña [estación 10 (09.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.707); estación 14 (10.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.708)], Salvaje Grande [estación 16 (11.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.709), estación 18 (11.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.710), estación 19 (12.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.711), estación 22 (13.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.712), estación 27 (14.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.713), estación 29 (15.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.714)].

**Observaciones:** El género *Lobophora* fue descrito por J. Agardh (1894), designando como especie tipo a *Lobophora nigrescens* J. Agardh. Pertenece al orden Dictyotales, donde se incluye un número elevado de algas pardas. *Lobophora* es uno de los géneros de feofíceas más comunes en muchas regiones templado-cálidas a tropicales, presentando una alta variabilidad morfológica, desde especies costrosas a erectas, flabeladas o con ramificación dicótoma (Vieira *et al.*, 2016). Las especies de *Lobophora* se desarrollan en diversos hábitats, encontrándose en rocas intermareales y en arrecifes sublitorales, llegando a crecer en fondos a 90 m de profundidad. Se trata de un género protagonista en los arrecifes de coral (Camacho *et al.*, 2019; Sun *et al.*, 2012).

Tradicionalmente, *Lobophora* sólo estaba representado por tres especies, siendo *Lobophora variegata* (J.V.Lamouroux) Womersley ex E.C. Oliveira la de más amplia distribución. Las otras dos, *Lobophora papenfussii* (W.R.Taylor) Farghaly y *L. dichotoma* (R.H. Simons) P.C. Silva fueron citadas esporádicamente en el Indo-Pacífico y Sudáfrica (Vieira *et al.*, 2014). Con el tiempo, el género ha sufrido un recorrido

taxonómico complicado. En un inicio se confundía anatómicamente con el género próximo *Gymnosorus* J. Agardh (Sun *et al.*, 2012). Actualmente, *Lobophora variegata* es una especie restringida al Caribe y nuevas especies han sido descritas bajo criterios morfológicos y moleculares (Vieira *et al.*, 2016, 2017). Las especies de *Lobophora* presentan una estructura interna compuesta por 3 a 25 estratos celulares, con un estrato medular central de grandes células, considerado un carácter vegetativo diagnóstico para el género. Actualmente, *Lobophora* contiene 25 especies aceptadas taxonómicamente, entre las que se encuentra *L. canariensis* (Sauvageau) C.W.Vieira, De Clerck & Payri (Vieira *et al.*, 2016). *Lobophora canariensis* fue descrita por Sauvageau (1905) como *Aglaozonia canariensis* y posteriormente transferida a este género por Vieira *et al.* (2016). Debido a este cambio reciente, *L. canariensis* únicamente ha sido citada para la isla caribeña Martinica y las islas Canarias, por lo que este hallazgo incorpora una nueva localidad (islas Salvajes) en la distribución conocida para esta especie.



**Fig. 17** - *Lobophora canariensis* (Sauvageau) C.W. Vieira, De Clerck & Payri. **a.** Hábito, lámina flabelada (escala = 1 cm). **b.** Esporangios agrupados en soros (escala = 1 mm). **c.** Detalle en sección transversal de la estructura parenquimatosa, con córtex uniestratificado y médula pluristratificada, sobresaliendo los esporangios (e) (escala = 25  $\mu$ m). **d.** Detalle de los rizoides formados por células globosas (escala 100  $\mu$ m).

## Chlorophyta

### 3.3.11. *Pseudotetraspora marina* Wille

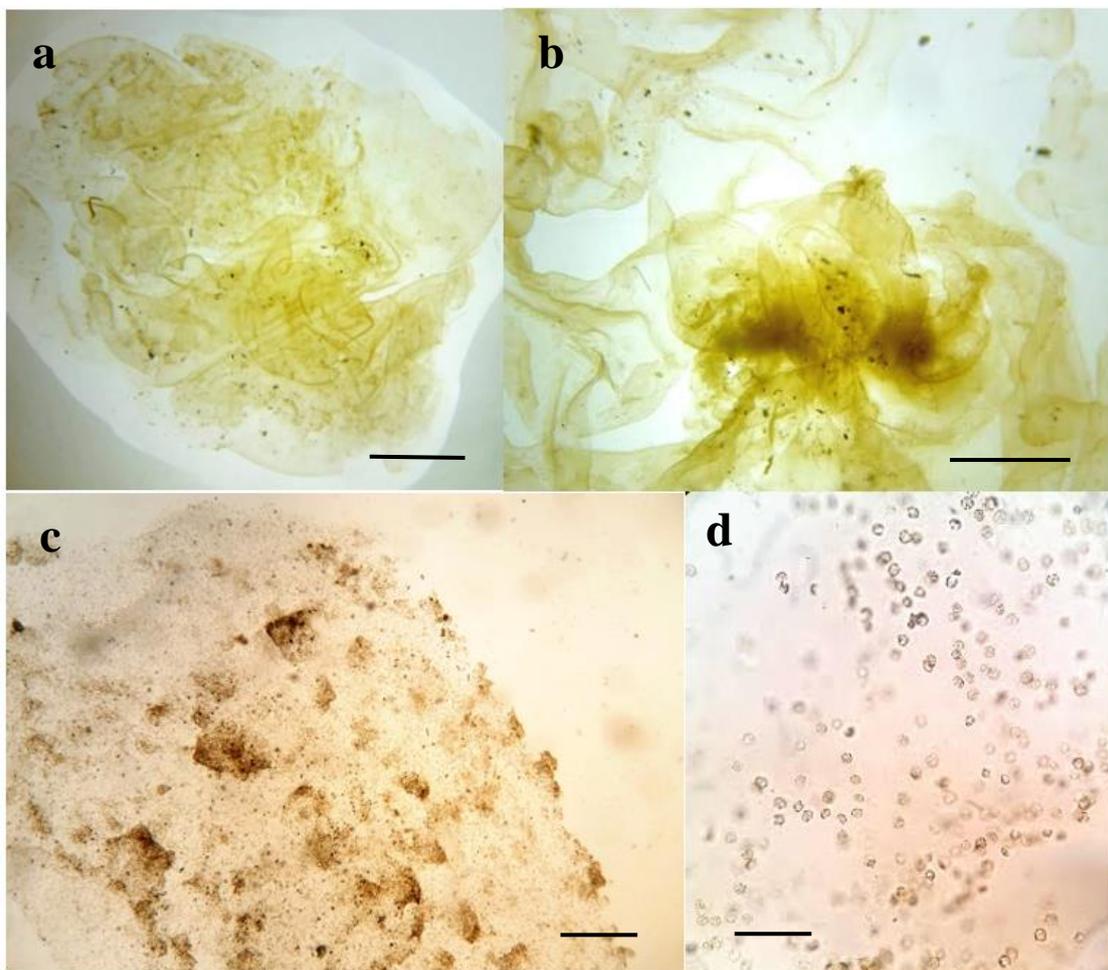
**Descripción:** Los individuos identificados en el estudio se caracterizan por formar una matriz de subglobosa a irregular (**Figuras 18a-c**), muy blanda y de textura gelatinosa, que alcanza hasta 30 mm de diámetro. Los individuos pueden ser muy lobulados y con frecuencia presentan roturas y huecos en su superficie. A pesar de ser un alga verde, presenta un color pardo-amarillento característico (**Figuras 18a-c**). En el interior están embebidas numerosas células de esféricas a elipsoidales (**Figura 18d**), de unos 6,3  $\mu\text{m}$  de diámetro, dispuestas de forma más densa hacia la periferia de la matriz. En detalle, las células presentan un único cloroplasto lobulado parietal y un pirenoide central.

**Hábitat:** En las islas Salvajes, *Pseudotetraspora marina* es una especie que se observó creciendo tanto en el intermareal como en el sublitoral, en ambientes con dominancia de sustrato rocoso o cubierto por comunidades de algas cespitosas. Se observó compartiendo el hábitat con otros macrófitos, como *Lophocladia trichoclados*, *Cottoniella filamentosa*, *Jania rubens*, *Asparagopsis taxiformis*, *Lobophora* sp. y *Dictyota pleiacantha*, entre otros.

**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Pequeña [intermareal (07.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.716); estación 4 (07.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.717); estación 12 (09.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.718)], Salvaje Grande [estación 20 (12.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.719); estación 24 (13.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.720)].

**Observaciones:** El género *Pseudotetraspora* fue descrito por Wille (1906), asignando como especie tipo a *Pseudotetraspora marina* Wille en base a material recolectado en Trondheim (Noruega). El género pertenece al orden Chlamydomonadales, antiguamente conocido como Tetrasporales, donde se incluyen en su mayoría algas de aguas profundas tropicales y subtropicales (Guiry & Guiry, 2019). Generalmente, las especies de este orden presentan una organización palmeloide compuesta por pequeñas células cocoides embebidas en una matriz gelatinosa. Las células son uninucleadas y poseen un único cloroplasto con un pirenoide central, estando frecuentemente agregadas en grupos de 2-4 (Afonso-Carrillo *et al.*, 2007). Actualmente, el género incluye tres especies: *Pseudotetraspora expansa* S.Kant & P.Gupta, *P. gainii* Wille y el holotipo *P. marina* Wille (Guiry & Guiry, 2019).

*Pseudotetraspora marina* es una especie efímera que ha proliferado en la última década en ambientes con moderada hidrodinamia, probablemente beneficiada por el aumento de temperaturas de los océanos, introduciéndose en regiones donde no había sido documentada, como es el caso de las costas de Canarias (Afonso-Carrillo *et al.*, 2007; Sangil *et al.*, 2012; Sangil *et al.*, 2016). Su presencia en los archipiélagos macaronésicos es una evidencia más de los cambios en las comunidades marinas como efecto del cambio climático (Sangil *et al.*, 2012). Hasta el momento, *P. marina* se encuentra distribuida por las costas mediterráneas españolas, Bahamas, Florida y las islas Canarias, constituyendo el hallazgo durante este estudio su primera cita las islas Salvajes.



**Fig. 18-** *Pseudotetraspora marina* Wille. **a.** Hábito (escala = 1 cm). **b.** Detalle de la matriz gelatinosa (escala = 1 mm). **c.** Detalle de la matriz con diferenciación de las células (escala = 120 µm). **d.** Detalle de las células que forman la colonia (escala = 30 µm).

### 3.3.12. *Parvocaulis parvulus* (Solms-Laubach) S.Berger, Fettweiss, Gleissberg

**Descripción:** Los especímenes observados en este estudio, de color verde brillante, se caracterizan por presentar un talo simple formado por una larga célula axial, de 5,5 mm de altura y 442 µm de anchura. Los talos presentan una organización sifonal, cuya gran célula se divide para formar un disco apical aplanado, de 2,5 mm de diámetro (**Figuras 19a-b**) cuando se vuelve fértil. El disco está compuesto por 15 radios subtriangulares, de 918 µm de longitud y 393 µm de ancho, en los cuales se desarrollan los numerosos gametangios esféricos, de 100-150 µm de diámetro (**Figuras 19c**). Los radios no presentan calcificación en sus superficies superior e inferior, pero están ligeramente calcificados en sus caras laterales, de tal forma que aparecen soldados formando un disco plano (**Figuras 19a-c**). Presentan ápices obtusamente redondeados en la parte exterior del disco.

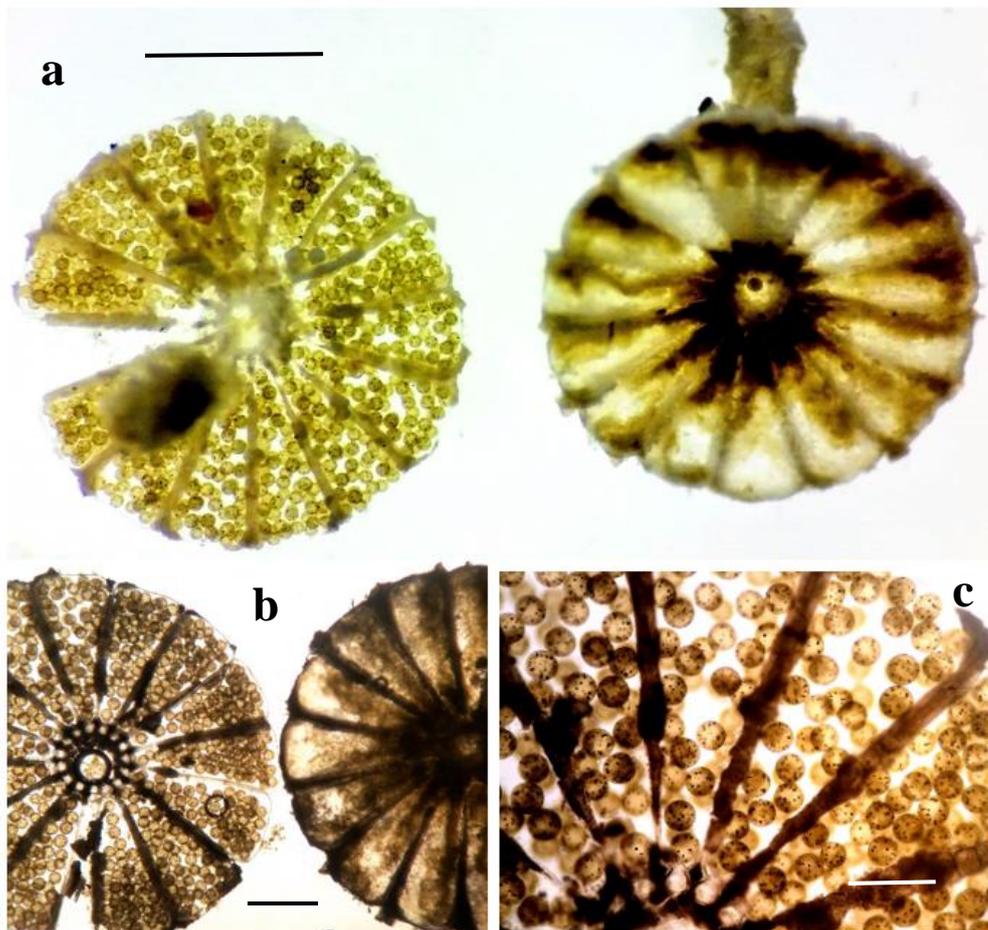
**Hábitat:** En las islas Salvajes, *Parvocaulis parvulus* es una especie que crece en ambientes sublitorales ocupados por blanquiales. Los individuos estudiados aparecieron entremezclados en comunidades de algas cespitosas, acompañados de otras especies, como *Lophocladia trichoclados*, *Sargassum* sp. y *Jania rubens*, entre otras.

**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Grande [estación 15 (10.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.721)].

**Observaciones:** El género *Parvocaulis* fue descrito por Berger *et al.* (2003), asignando como especie tipo a *Parvocaulis parvulus* (Solms-Laubach) S.Berger, Fettweiss, Gleissberg, Liddle, U.Richter, Sawitzky & Zuccarello. Este género pertenece al orden Dasycladales, un orden evolutivamente antiguo de origen en el Cámbrico. La naturaleza calcificada de su talo ha permitido preservar fósiles en buen estado interesantes para la interpretación de cambios ambientales ocurridos en épocas pasadas (Berger *et al.*, 2003). Todos los géneros de este orden se caracterizan por reunir individuos unicelulares, con crecimiento apical en intervalos regulares, y desarrollar discos o terminales a partir de un solo núcleo localizado en el rizoide (Dumais & Harrison, 2000). Las especies se clasifican en dos familias: Dasycladaceae y Polyphysaceae, ambas descritas por Kützing. En la familia Polyphysaceae se agrupan 6 géneros: *Acetabularia* J.V. Lamouroux, *Chalmasia* Solms-Laubach, *Parvocaulis* S. Berger, U. Fettweiss, S. Gleissberg, L.B. Liddle, U. Richter, H. Sawitzky & G.C. Zuccarello, además de los géneros fósiles *Clypeina* Michelin, *Ioanella* Granier & Berthou y *Pseudoclypeina* Radoicic (Guiry & Guiry, 2019)

El género *Parvocaulis* fue separado de *Acetabularia* y descrito como un nuevo género para incluir aquellas especies que presentan un talo ondulado durante el desarrollo del disco terminal, con un velo rodeándolo, ausencia de una corona inferior y radios del disco libres o unidos por calcificación (Berger *et al.*, 2003). Actualmente, este género reúne 6 especies aceptadas taxonómicamente, entre las que se encuentra la *P. parvulus*, conocida anteriormente como *Acetabularia parvula* Solms-Laubach.

*P. parvulus* es una especie actualmente considerada subcosmopolita, ya que se encuentra registrada para las costas del Mediterráneo, Atlántico occidental e Indo-Pacífico (Guiry & Guiry, 2019) En las islas macaronésicas se ha documentado para Canarias y Madeira. El hallazgo de esta especie durante la realización de este estudio supone la primera cita para la flora marina de las islas Salvajes.



**Fig. 19** - *Parvocaulis parvulus* (Solms-Laubach) S.Berger, Fettweiss, Gleissberg. **a.** Visión superficial del disco terminal, desde su cara inferior (izquierda) y superior (derecha) (escala = 1 mm). **b.** Detalle del disco, donde se distinguen los radios con calcificación lateral y los gametangios en su interior (escala = 0,5 mm). **c.** Detalle de los radios del disco, donde se observa la calcificación lateral y los gametangios esféricos (escala = 200  $\mu$ m).

### 3.3.13. *Caulerpa mexicana* Sonder ex Kützing

**Descripción:** Los individuos identificados en este estudio se caracterizan por presentar un talo erecto, frondoso, formado por ejes postrados de hasta 8,6 cm de largo, de los cuales parten ramas erectas planas y regularmente pinnadas (**Figura 20a,d**). A partir de los ejes postrados, de 861  $\mu\text{m}$  de diámetro, parten hacia el sustrato grupos de rizoides delicados, muy finos en grosor y de hasta 3,4 cm de longitud (**Figura 20a**). Por otra parte, del eje estolonífero parten ramas erectas de tamaño variable, hasta 1,9 cm de alto. Las ramas presentan 3-7 cm de ancho, y muestran ápices mucronados, de 139  $\mu\text{m}$  de largo (**Figura 20b**). El talo presenta una organización sifonal, sin tabiques celulares internos. Tanto en visión superficial de las ramas como en sección transversal, se observan las trabéculas y los numerosos cloroplastos discoides (**Figura 20c**).

**Hábitat:** En las islas Salvajes, *Caulerpa mexicana* fue detectada en el sublitoral de pocas localidades estudiadas. Aunque se trata de una especie que habitualmente crece en fondos con arena, en estas localidades compartía con algunas especies de coralinales costrosas, con macrófitos como *Lophocladia trichoclados* y *Sargassum* sp., así como con algunas especies de algas cespitosas, como *Jania rubens*.

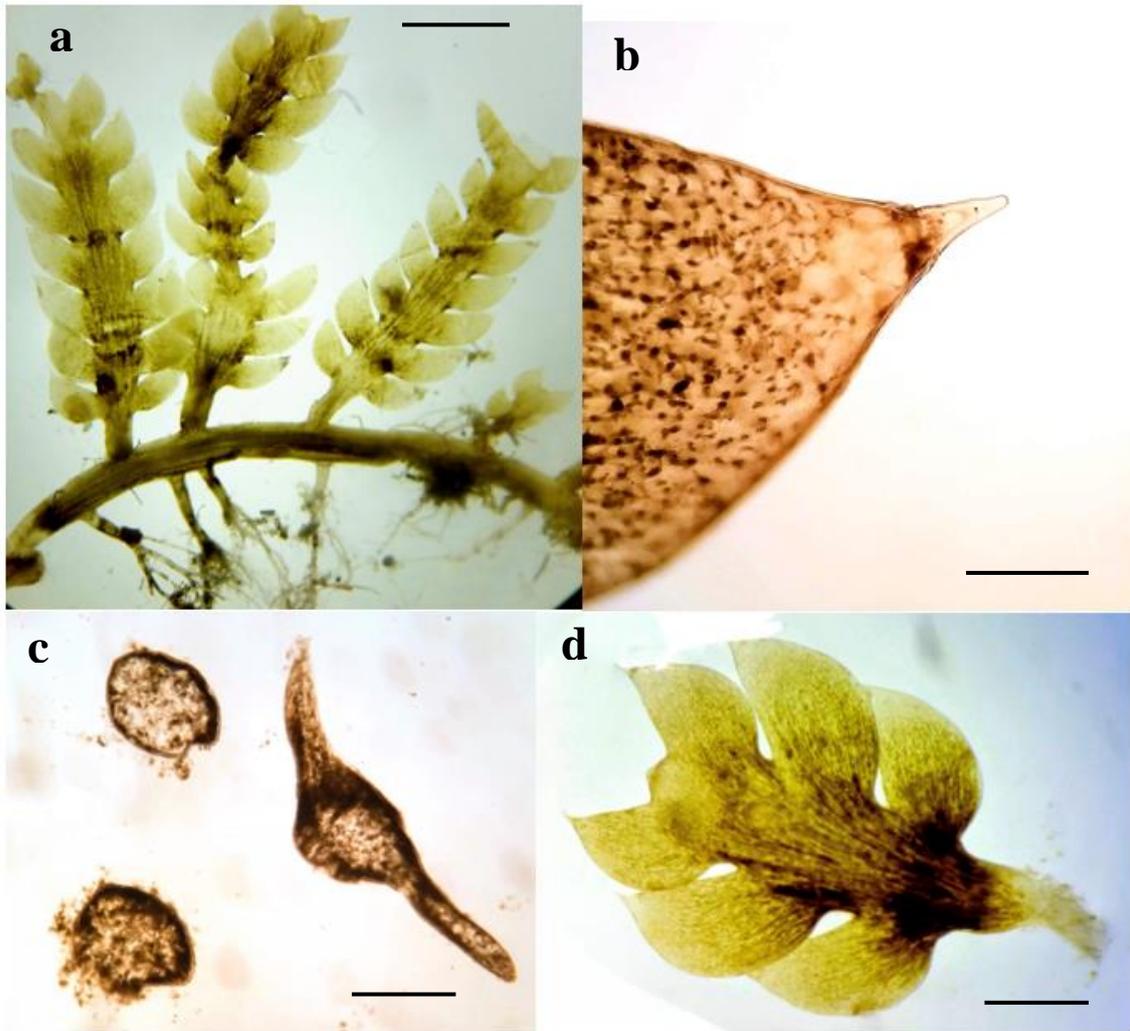
**Material estudiado:** Islas Salvajes: Salvaje Grande [estación 18 (11.09.2015, leg. E. Ballesteros, TFC Phyc 15.715)].

**Observaciones:** El género *Caulerpa* (Bryopsidales) fue descrito por J.V.Lamouroux (1809b), asignando como especie tipo a *Caulerpa prolifera* (Forsskål) J.V.Lamouroux. Este género agrupa plantas de talos cenocíticos y con presencia de trabéculas (extensiones de la pared celular proyectadas hacia el interior atravesando el lumen central de los sifones), con el fin de aportar al talo soporte mecánico. Los talos se componen por un lado de rizomas postrados (estolones) que anclan los individuos al sustrato, y unos frondes erectos asimiladores de diversas morfologías, utilizados para la identificación de las especies. El estudio de las relaciones evolutivas en *Caulerpa* ha resultado complejo, así como el establecimiento de caracteres morfológicos diagnósticos que permitan su identificación, debido a la gran variedad de formas de crecimiento que presentan. En ocasiones, la morfología parece estar condicionada por factores ambientales, como el tipo de sustrato donde se desarrollan, la exposición al oleaje o la intensidad luminosa (De Senerpont Domis *et al.*, 2003; Famà *et al.*, 2002). Es por esto que los estudios genéticos han sido indispensables para determinar las relaciones filogenéticas de estos taxones.

El género *Caulerpa* presenta una distribución subcosmopolita, siendo abundante en regiones tropicales y subtropicales. Actualmente incluye 163 especies (Guiry & Guiry, 2019). El género despertó el interés de la comunidad científica a finales de los años 90, sobre todo en la región atlanto-mediterránea, cuando especies como *C. racemosa* y *C. taxifolia* se introdujeron y se convirtieron en especies invasoras, causando altos daños ecológicos en algunas localidades (Klein & Verlaque, 2008). *Caulerpa taxifolia* y *C. cylindracea* (= *C. racemosa* var. *cylindracea*) se extendieron en las costas mediterráneas compitiendo con las praderas autóctonas de *Posidonia oceanica*, promovido por el crecimiento activo de sus estolones y la capacidad de desarrollar nuevos individuos a partir de fragmentos desprendidos (Meinesz & Hesse, 1991; Ballesteros, 2008).

Durante cierto tiempo, *C. mexicana* se consideró sinónimo de *C. taxifolia*, debido a la existencia de formas morfológicas intermedias, lo que provocó dudas en su identificación. Además, Chisholm *et al.* (1996) observaron cómo individuos recolectados en el Mediterráneo occidental, identificados como *C. mexicana*, eran introducidos en acuarios y modificaban su morfología asemejándose a *C. taxifolia* (Apartado *et al.*, 2002). No obstante, Olsen *et al.* (1998) confirmaron genéticamente que ambas especies son diferentes.

*C. mexicana* presenta una amplia distribución, siendo conocida en las costas tropicales y subtropicales del Atlántico e Indo-Pacífico. En la región macaronésica, se ha documentado para las islas Canarias y Cabo Verde, por lo que su hallazgo durante este estudio supone la primera cita para las islas Salvajes.



**Fig. 20** - *Caulerpa mexicana* Sonder ex Kützing. **a.** Hábito, donde se observa el estolón, las ramas erectas dísticas y los grupos de rizoides (escala 0,5 cm). **b.** Detalle del ápice de rama, con el mucrón terminal (escala = 200  $\mu$ m). **c.** Sección transversal de una rama primaria (escala = 5 mm). **d.** Detalle de un fragmento de una rama, donde se observa la morfología y disposición de las ramas laterales y los ápices mucronados (escala = 5 mm).

#### 4. DISCUSIÓN

Las costas de las islas Salvajes han sido objeto de escasas investigaciones dedicadas a conocer, catalogar y analizar la flora marina bentónica que crece en su perímetro insular, tanto en las islas mayores como en los numerosos islotes y bajas que componen el archipiélago. En la actualidad, los datos de que se disponen sobre su flora marina son resultado de cortas campañas realizadas a las islas (Gain & Miranda, 1912; Levring, 1974; Gil-Rodríguez *et al.*, 1978; Weisscher, 1982, 1983; Audiffred & Weisscher, 1984; Prud'homme van Reine & Hoek, 1990; Parente *et al.*, 2000). Muchas de estas campañas desarrollaron objetivos más amplios. En algunas, el área biogeográfica

que se abarcó incluyó a otros archipiélagos macaronésicos (Canarias y Cabo Verde) y las costas africanas próximas, como Marruecos y Senegal. Otras expediciones incluyeron el estudio de una mayor diversidad de organismos, además del fitobentos (Parente *et al.*, 2000).

La flora marina de las islas Salvajes ha sido considerada muy similar a la de los archipiélagos más próximos, Canarias y Madeira, constituyendo la denominada Macaronesia *sensu stricto* (Prud'homme van Reine & Hoek, 1990). Posteriormente, Parente *et al.* (2000) ponen de manifiesto que es necesario un nuevo análisis biogeográfico comparativo del fitobentos de los archipiélagos situados en el Atlántico nororiental para actualizar el papel que desempeñan las Salvajes en la distribución geográfica de las macroalgas. En este sentido, los resultados de nuestro estudio indican que Salvajes presenta gran similitud con Canarias y Cabo Verde, es decir con los archipiélagos de afinidades más cálidas. Salvajes se localiza a apenas 170 km al norte de Tenerife, por lo que su proximidad geográfica y las similares condiciones oceanográficas y de hábitats explicarían sus floras similares. Aunque estudios previos apuntaban que la flora marina de las islas de Cabo Verde se diferenciaba notablemente del resto de archipiélagos macaronésicos (Joosten & Hoek, 1986; Prud'homme van Reine & Hoek, 1990), probablemente el efecto del calentamiento global en esta región en las últimas décadas y como consecuencia la tropicalización de las islas situadas más al norte (Canarias-Salvajes) ha aproximado la composición de sus floras marinas. El menor grado de similitud encontrado entre Madeira y el resto de archipiélagos puede estar relacionado con un menor esfuerzo de muestreo en este archipiélago especialmente en costas acantiladas muy expuestas al oleaje o en determinados ambientes poco explorados.

Las diferencias significativas encontradas entre la flora de las dos islas mayores del archipiélago de Salvajes (Salvaje Pequeña y Salvaje Grande) pueden ser explicadas por las características diferenciales entre sus tipos de costas. Salvaje Grande presenta una superficie total mayor pero principalmente abrupta, mientras que Salvaje Pequeña y otros islotes presentan una superficie menor pero compuesta por rasas o plataformas rocosas, donde se crea mayor variedad de ambientes ocupados por macroalgas. Las diferencias significativas observadas también según la orientación o exposición al oleaje de las costas, puede explicarse por una mayor abundancia de dictiotales en las costas expuestas, especialmente *Lobophora* spp., mientras que *Lophocladia trichoclados* y las comunidades cespitosas son más abundantes en los paisajes en las costas semiexpuestas.

Actualmente, el conocimiento de la flora marina de Salvajes es aún parcial. El número de especies registradas (324 especies) de los cuatro grandes grupos de algas (Rhodophyta, Phaeophyceae, Chlorophyta y Cyanobacterias) es muy reducido si lo comparamos con otras regiones biogeográficas semejantes o próximas. Esto pone de manifiesto que, aunque estudios florísticos han ido completando el catálogo de algas marinas de estas islas, aún queda un elevado porcentaje de especies por descubrir. Considerando que Parente *et al.* (2000) aumentaron el catálogo en 66 taxones y en este estudio se aportan 13 nuevas especies de macroalgas, aún así Salvajes presenta tan solo el 14% de la flora marina macaronésica. Es evidente que los datos que presentamos sobre la flora no son definitivos. Probablemente, el número de especies se incrementará cuando se exploren con más detalle algunos hábitats poco estudiados, así como las comunidades epífitas o cespitosas, donde crece una gran diversidad de especies de pequeño porte, complejas de identificar. La realización de estudios a lo largo de ciclos anuales permitirá la identificación de otras especies de comportamiento efímero o estacional, que en cortas campañas pueden pasar desapercibidas. Por último, también son necesarios estudios moleculares de material procedente de Salvajes para confirmar la identidad de algunas especies y detectar la presencia de especies crípticas o pseudocrípticas en su flora marina.

## 5. CONCLUSIONES

1. La flora marina de las islas Salvajes queda constituida por 324 especies de algas, de las cuales 8 pertenecen a Cyanobacteria, 183 a Rhodophyta, 75 a Phaeophyceae y 58 a Chlorophyta, con un índice R/P (Rhodophyta/Phaeophyceae) de 2,4, lo que indica una afinidad templada en relación con el resto de archipiélagos macaronésicos. Las floras marinas de Canarias y Cabo Verde son las más próximas, presentando la flora de Salvajes un 54,31% de similitud con estos dos archipiélagos.

2. Trece nuevas especies de macroalgas se citan por primera vez para las islas Salvajes. De ellas, *Rivularia bullata*, *Schizothrix calcicola*, *Aglaothamnion cordatum*, *Centroceras gasparrinii*, *Amphiroa beauvoisii*, *Hydrolithon boreale* y *Peyssonnelia inamoena*, son especies ampliamente distribuidas por regiones templadas y tropicales del planeta y conocidas previamente en otros de los archipiélagos macaronésicos, por lo que su presencia en las islas Salvajes era esperada. *Caulerpa mexicana* y *Parvocaulis parvulus* son especies pantropicales, ampliamente distribuidas por mares cálidos. En los archipiélagos macaronésicos, *Caulerpa mexicana* se conoce de Cabo Verde y Canarias, mientras que *Parvocaulis parvulus* de Canarias y Madeira, por lo que su presencia en Salvajes tampoco era inesperada. *Pseudotetraspora marina* se conoce en el Atlántico

occidental, Mediterráneo y Canarias; *Dictyota canariensis* en el Atlántico occidental, Madeira, Canarias y Cabo Verde; y *Lobophora canariensis* en Martinica y Canarias, por lo que el hallazgo de estas tres especies en Salvajes constituye un nuevo registro en la macaronesia (única zona conocida en el Atlántico oriental). Por último, el hallazgo de *Dictyota pleiacantha*, solo conocida en Canarias, constituye su segundo registro a nivel mundial.

3. La abundancia de ocho taxones de macroalgas explica el 76,09% de la diferencia entre la flora de Salvaje Grande y Salvaje Pequeña y el 75,78% de la diferencia entre las dos orientaciones. *Lophocladia trichoclados* es más abundante en Salvaje Pequeña y en costas semiexpuestas-protegidas del oleaje, mientras que *Lobophora* sp. domina en los fondos de Salvaje Grande y costas expuestas al oleaje. Las comunidades cespitosas contribuyen en gran medida a la abundancia media en ambas islas.

4. Los datos florísticos de Salvajes presentados en esta memoria no son definitivos. El número de especies se incrementará cuando se realicen nuevos estudios en hábitats hasta ahora poco explorados (comunidades epífitas o cespitosas, transición arena-roca, costas muy expuestas). Estudios durante ciclos anuales permitirán la identificación de especies efímeras o estacionales. Por último, son necesarios estudios moleculares de material procedente de Salvajes para confirmar la identidad de algunas especies y detectar probables especies crípticas o pseudocrípticas.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Quería agradecer en primer lugar a mi tutora Marta por su dedicación, disposición y por descubrirme el mundo del fitobentos, transmitiéndome su pasión y enseñándome cómo cualquier nivel de organización esconde secretos y curiosidades que no deberíamos ignorar. Agradecer también a Enric Ballesteros por su ayuda, por llevar a cabo los muestreos y ceder los ejemplares necesarios para este estudio. Y por último agradecer a las compañeras del departamento, compañeros de piso y de vida por seguirme y compartir esta experiencia durante el desarrollo de este trabajo fin de máster.

## 7. REFERENCIAS

- Afonso-Carrillo, J. & Sansón, M. (1999). *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave analítica*. Materiales didácticos universitarios. Serie Biología 2. Secretariado de Publicaciones Universidad de La Laguna. 254 pp.
- Afonso-Carrillo, J., Sansón, M., Sangil, C. & Díaz-Villa, T. (2007). New records of benthic marine algae from the Canary Islands (eastern Atlantic Ocean): morphology, taxonomy and distribution. *Botanica Marina*, 50: 119-127.
- Agardh, C. (1822). Algae. En: Kunth, C.S. (eds), *Synopsis plantarum, quas, in itinere ad plagam aequinoctialem orbis novi, collegerunt Al. de Humboldt et Am. Bonpland. Volume Primus*. Paris. 6 pp.

- Agardh, J.G. (1894). *Analecta algologica, observationes de speciebus algarum minus cognitae earumque dispositione. Continuatio I. Lunds Universitets Års-Skrift, Andra Afdelningen, Kongl. Fysiografiska Sällskapet i Lund Handlingar*, 29: 1-144.
- Almeida, C. (2013). Valoración ecológica del Área Marina Protegida de la Bahía de Murdeira, Isla de Sal, Cabo Verde. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Biología.
- Anderson M.J., Gorley R.N. & Clarke K.R. (2008). PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E: Plymouth, UK.
- Apartado, F.P., Dreckmann, K.M. & Sentías Granados, A. (2002). *Caulerpa mexicana* Sonder ex Kützing (Caulerpaceae, Chlorophyta) en México. *Polibotánica*, 13: 97-105.
- Athanasiadis, A. (2016). *Phycologia Europaea Rhodophyta Vol. I*. Published and distributed by the author, Thessaloniki. 762 pp.
- Audiffred, P.A.J. & Weisscher, F.L.M. (1984). Marine algae of Selvagem Grande (Salvage Islands, Macaronesia). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 36: 5-37.
- Bailey, J.C., & Chapman, R.L. (1998). A phylogenetic study of the Corallinales (Rhodophyta) based on nuclear small subunit rRNA gene sequences. *Journal of Phycology*, 34: 692-705.
- Ballesteros E. (2008). La rápida expansión de algas del género *Caulerpa* por el litoral mediterráneo. En: Vilà, M., Valladares, F., Traveset, A., Santamaría, L. & Castro, P. (coord.), *Invasiones biológicas*. Colección Divulgación, CSIC. Cyan, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A. pp. 155-158.
- Berger, S., Fettweiss, U., Gleissberg, S., Liddle, L.B., Richter, U., Sawitzky, H. & Zuccarello, G.C. (2003). 18S rDNA phylogeny and evolution of cap development in Polyphysaceae (formerly Acetabulariaceae, Dasycladales, Chlorophyta). *Phycologia*, 42: 506-561.
- Berrendero, E., Perona, E. & Mateo, P. (2008). Genetic and morphological characterization of *Rivularia* and *Calothrix* (Nostocales, Cyanobacteria) from running water. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58: 447-460.
- Bittner, L., Payri, C.E., Couloux, A., Cruaud, C.D., De Reviers, B., & Rousseau, F. (2008). Molecular phylogeny of the Dictyotales and their position within the Phaeophyceae, based on nuclear, plastid and mitochondrial DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49: 211-226.
- Bittner, L., Payri, C.E., Maneveldt, G.W., Couloux, A., Cruaud, C., De Reviers, B. & Le Gall, L. (2011). Evolutionary history of the Corallinales (Corallinophycidae, Rhodophyta) inferred from nuclear, plastidial and mitochondrial genomes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 61: 697-713.
- Børgesen, F. (1909). Some new or little known algae West Indian Florideae. *Botanisk Tidsskrift*, 30: 1-19.
- Bornet, E. & Flahault, C. (1886). Revision des Nostocacées hétérocystées contenues dans les principaux herbiers de France (deuxième fragment). *Annales des Sciences Naturelles, Botanique, Septième Série*, 4: 343-373.
- Camacho, O., Fernández-García, C., Vieira, C., Gurgel, C.F.D., Norris, J.N., Freshwater, D.W., & Fredericq, S. (2019). The systematics of *Lobophora* (Dictyotales, Phaeophyceae) in the western Atlantic and eastern Pacific oceans: eight new species. *Journal of Phycology*. <https://doi.org/10.1111/jpy.12850>.
- Campos, A.R., & Granadeiro, J.P. (1999). Breeding biology of the White-faced Storm-petrel on Selvagem Grande Island, north-east Atlantic. *Waterbirds*, 199-206.

- Chen, J., Li, H., Zhao, Z., Xia, X., Li, B., Zhang, J. & Yan, X. (2018). Diterpenes from the marine algae of the genus *Dictyota*. *Marine drugs*, 16: 159.
- Chisholm, J.R.M., Jaubert, J.M. & Giaccone, G. (1996). *Caulerpa taxifolia* in the northwest Mediterranean: introduced species or migrant from the Red Sea? *Oceanographic Literature Review*, 7: 706-707.
- Clarke, K.R. & Gorley, R.N. (2006). PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- Decaisne, J. (1841). Plantes de l'Arabie Heureuse, recueillies par M. P.-E. Botta et décrites par M. J. Decaisne. *Archives du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris* 2: 89-199.
- De Clerck, O. (2003). The genus *Dictyota* in the Indian Ocean. *Opera Botanica Belgica* 13: 1-205.
- De Clerck, O., Leliaert, F., Verbruggen, H., Lane, C.E., De Paula, J.C., Payo, D.A. & Coppejans, E. (2006). A revised classification of the Dictyoteae (Dictyotales, Phaeophyceae) based on rbcL and 26S ribosomal DNA sequence analyses. *Journal of Phycology*, 42: 1271-1288.
- Denizot, M. (1968). *Les algues floridées encrustantes (à l'exclusion des Corallinacées)*. Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. 310 pp.
- De Senerpont Domis, L.N., Famà, P., Bartlett, A.J., Prud'homme van reine, W.F., Espinosa, C.A. & Trono, G.C. (2003). Defining taxon boundaries in members of the morphologically and genetically plastic genus *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta). *Journal of Phycology*, 39: 1019-1037.
- Drouet, F. (1963). Ecophenes of *Schizothrix calcicola* (Oscillatoriaceae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 115: 261-281.
- Dumais, J. & Harrison, L.G. (2000). Whorl morphogenesis in the dasycladalean algae: the pattern formation viewpoint. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 355: 281-305.
- Famà, P., Wysor, B., Kooistra, W.H. & Zuccarello, G.C. (2002). Molecular phylogeny of the genus *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta) inferred from chloroplast tufA gene. *Journal of Phycology*, 38: 1040-1050.
- Feldmann-Mazoyer, G. (1941). Recherches sur les Céramiacées de la Méditerranée occidentale. Imprimerie Minerva, Alger. 510 pp.
- Foslie, M. (1909). Algologiske notiser VI. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter*, 1909: 1-63.
- Friedlander, A.M., Ballesteros, E., Clemente, S., Gonçalves, E.J., Estep, A., Rose, P. & Sala, E. (2017). Contrasts in the marine ecosystem of two Macaronesian islands: A comparison between the remote Selvagens Reserve and Madeira Island. *PLoS ONE*, 12: e0187935.
- Gabriel, D., Schmidt, W.E., Krayesky, D.M., Harris, D.J. & Fredericq, S. (2015). The crustose red algal genus *Peyssonnelia* (Peyssonneliales, Rhodophyta) in the Azores: from five to one species. *Arquipélago-Life and Marine Sciences*, 32: 1-9.
- Gain, L. & Miranda, R. (1912). Notes sur les algues recueillies par M.L. Garreta aux lies Salvajes et Canarias. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 18: 479-480.
- Gil-Rodríguez, M.C., Acebes Ginovés, J.R. & Pérez de Paz, P.L. (1978). Nuevas aportaciones a la flora ficológica de las Islas Salvajes. Contribución al estudio de la Historia Natural de las Islas Salvajes. Resultados de la expedición científica "Agamenón 1976".- Museo de Ciencias Naturales/ACT (Sta. Cruz de Tenerife), Madrid (D.L.). pp. 45-72.

- Gomont, M. (1892). Monographie des Oscillariées (Nostocacées homocystées). *Annales des Sciences Naturelles, Botanique, Série 7*, 15: 263-368.
- Granadeiro, J.P., Dias, M.P., Rebelo, R., Santos, C.D. & Catry, P. (2006). Numbers and population trends of Cory's shearwater *Calonectris diomedea* at Selvagem Grande, Northeast Atlantic. *Waterbirds*, 29: 56-61.
- Guimarães, S.M. & Fujii, M.T. (1999). Morphological studies of five species of *Peyssonnelia* (Gigartinales, Rhodophyta) from southeastern Brazil. *Phycologia*, 38: 167-183.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2019. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 13 May 2019.
- Hoek, C. van den (1975). Phytogeographic provinces along the coasts of the northern Atlantic Ocean. *Phycologia*, 14: 317-330.
- Hoek, C. van den & Breeman, A.M. (1990). Seaweed biogeography of the north Atlantic: where are we now? In: Garbary, D.J. & South, G.R. (eds.) *Evolutionary Biogeography of the Marine Algae of the North Atlantic*. Springer-Verlag, Berlin. pp. 55-86.
- Hommersand, M.H. (1963). The morphology and classification of some Ceramiaceae and Rhodomelaceae. *University of California Publications in Botany*, 35: 165-366.
- Hwang, I.K., Kim, H.S. & Lee, W.J. (2005). Polymorphism in the brown alga *Dictyota dichotoma* (Dictyotales, Phaeophyceae) from Korea. *Marine Biology*, 147: 999-1015.
- Joosten, A.M.T. & Hoek, C. van den. (1986). World-wide relationship between red seaweed floras: a multivariate approach. *Botanica Marina*, 29: 195-214.
- Klein, J. & Verlaque, M. (2008). The *Caulerpa racemosa* invasion: a critical review. *Marine Pollution Bulletin*, 56: 205-225.
- Komarek, J., Taton, A., Sulek, J., Wilmotte, A., Kastovska, K. & Elster, J. (2006). Ultrastructure and taxonomic position of two species of the cyanobacterial genus *Schizothrix*. *Cryptogamie Algologie*, 27: 53-62.
- Kützing, F.T. (1842). Ueber *Ceramium* Ag. *Linnaea* 15: 727-746.
- Kylin, H. (1956). Die Gattungen der Rhodophyceen. C.W.K. Gleerups, Lund. 673 pp.
- Lambert, G., Steinke, T.D. & Naidoo, Y. (1989). Algae associated with mangroves in southern African estuaries: Cyanophyceae. *South African Journal of Botany*, 55: 476-491.
- Lamouroux, J.V.F. (1809a). Exposition des caractères du genre *Dictyota*, et tableau des espèces qu'il renferme. *Journal de Botanique, Desvaux* 2: 38-44.
- Lamouroux, J.V.F. (1809b). Mémoire sur les Caulerpes, nouveau genre de la famille des algues marines. *Journal de Botanique, Desvaux* 2: 136-146.
- Lamouroux, J.V.F. (1812). Extrait d'un mémoire sur la classification des Polypiers coralligènes non entièrement pierreux. *Nouveaux Bulletin des Sciences, par la Société Philomathique de Paris* 3: 181-188.
- Levring, T. (1974). The Marine Algae of the Archipelago of Madeira. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 28: 1-111.
- L'Hardy-Halos, M.T. & Rueness, J. (1990). Comparative morphology and crossability of related species of *Aglaothamnion* (Rhodophyta). *Phycologia*, 29: 351-366.
- Lüning, K. (1990). *Seaweeds. Their Environment, Biogeography and Ecophysiology*. John Wiley & Sons Inc., New York, 527 pp.
- Mai, T., Johansen, J.R., Pietrasiak, N., Bohunicka, M. & Martin, M.P. (2018). Revision of the Synechococcales (Cyanobacteria) through recognition of four families including

- Oculatellaceae fam. nov. and Trichocoleaceae fam. nov. and six new genera containing 14 species. *Phytotaxa*, 365: 1-59.
- Maneveldt, G.W., van der Merwe, E. & Keats, D. (2015). Taxonomic review of *Hydrolithon samoëense* (Corallinaceae, Corallinales, Rhodophyta) and other taxa found to be conspecific. *Phytotaxa*, 192: 230-253.
- McIvor, L., Maggs, C.A. & Stanhope, M.J. (2002). rbcL sequences indicate a single evolutionary origin of multinucleate cells in the red algal tribe Callithamnieae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 23: 433-446.
- Meinesz, A. & Hesse, B. (1991). Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée Nord occidentale. *Oceanologica Acta*, 14: 415-426.
- Meneghini, G. (1844). Del genere *Ceramium* e di alcune sue specie. *Giornale Botanico Italiano*, 1: 178-186.
- Olsen, J.L., Valero, M., Meusnier, I., Boele-Bos, S., & Stam, W.T. (1998). Mediterranean *Caulerpa taxifolia* and *C. mexicana* (Chlorophyta) are not conspecific. *Journal of Phycology*, 34: 850-856.
- Parente, M.I., Gil-Rodríguez, M.C., Haroun, R.J., Neto, A.I., de Smedt, G., Hernández-González, C.L. & Bercibar Zugasti, E. (2000). Flora marina de las Ilhas Selvagens: resultados preliminares de la expedición "Macaronesia 2000". *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 12: 9-20.
- Pilger, R. (1911). Die Meeresalgen von Kamerun. Nach der Sammlung von C. Ledermann. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*, 46: 294-323.
- Prud'homme van Reine, W.F. & Hoek, C. van den (1990). Biogeography of Macaronesian Seaweeds. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 129: 55-73.
- Reyes, J. & Afonso-Carrillo, J. (1995). Morphology and distribution of nongeniculate coralline algae (Corallinaceae, Rhodophyta) on the leaves of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Cymodoceaceae). *Phycologia*, 34: 179-190.
- Ribera Siguán, M.A., Gómez Garreta, A., Salvador Soler, N., Rull Lluch, J. & Kapraun, D.F. (2011). Nuclear content estimates suggest a synapomorphy between *Dictyota* and six other genera of the Dictyotales (Phaeophyceae). *Cryptogamie Algologie*, 32: 205-219.
- Sangil, C., Clemente, S., Brito, A., Rodríguez, A., Balsalobre, M., Mendoza, J.C., Martínez, D. & Hernández, J.C. (2016). Seaweed community response to a massive CO<sub>2</sub> input. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 178: 48-57.
- Sangil, C., Sansón, M., Afonso-Carrillo, J., Herrera, R., Rodríguez, A., Martín-García, L. & Díaz-Villa, T. (2012). Changes in subtidal assemblages in a scenario of warming: proliferations of ephemeral benthic algae in the Canary Islands (eastern Atlantic Ocean). *Marine Environmental Research*, 77: 120-128.
- Sansón, M. 1991. Estudio de las especies de la familia Ceramiaceae (Ceramiaceae, Rhodophyta) en las islas Canarias. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna. 583 pp.
- Sansón, M., Reyes, J. & Afonso-Carrillo, J. (2001). Flora marina. In: Fernández Palacios, J.M. & Martín Esquivel, J.L. (eds), *Naturaleza de las Islas Canarias: ecología y conservación*. Ed. Turquesa. Santa Cruz de Tenerife. pp. 193-198.
- Sauvageau, C. (1905). Observations sur quelques Dictyotacées et sur un *Aglaozonia* nouveau. *Bulletin de la Station Biologique de Arachon*, 8: 66-81.

- Schneider, C.W. & Wynne, M.J. (2007). A synoptic review of the classification of red algal genera a half century after Kylin's "Die Gattungen der Rhodophyceen". *Botanica Marina*, 50: 197-249.
- Sun, Z., Hanyuda, T., Lim, P.E., Tanaka, J., Gurgel, C.F. & Kawai, H. (2012). Taxonomic revision of the genus *Lobophora* (Dictyotales, Phaeophyceae) based on morphological evidence and analyses rbcL and cox3 gene sequences. *Phycologia*, 51: 500-512.
- Tang, E.P. & Vincent, W.F. (2000). Effects of daylength and temperature on the growth and photosynthesis of an Arctic cyanobacterium, *Schizothrix calcicola* (Oscillatoriaceae). *European Journal of Phycology*, 35: 263-272.
- Tronholm, A. (2011). Delimitación de las especies de *Dictyota* (Phaeophyceae), combinando estudios moleculares, morfológicos y ecológicos. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna. 264 pp.
- Tronholm, A., Afonso-Carrillo, J., Sansón, M., Leliaert, F., Fernández-García, C. & De Clerck, O. (2013). Taxonomy of the *Dictyota ciliolata-crenulata* complex (Dictyotales, Phaeophyceae). *Phycologia*, 52: 171-181.
- Tronholm, A., Sansón, M., Afonso-Carrillo, J. & De Clerck, O. (2008). Distinctive morphological features, life-cycle phases and seasonal variations in subtropical populations of *Dictyota dichotoma* (Dictyotales, Phaeophyceae). *Botanica Marina*, 51: 132-144.
- Tronholm, A., Steen, F., Tyberghein, L., Leliaert, F., Verbruggen, H., Ribera Siguán, M.A. & De Clerck, O. (2010). Species delimitation, taxonomy and biogeography of *Dictyota* in Europe (Dictyotales, Phaeophyceae). *Journal of Phycology*, 46: 1301-1321.
- Vieira, C., Camacho, O., Sun, Z., Fredericq, S., Leliaert, F., Payri, C. & De Clerck, O. (2017). Historical biogeography of the highly diverse brown seaweed *Lobophora* (Dictyotales, Phaeophyceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 110: 81-92.
- Vieira, C., Camacho, O., Wynne, M.J., Mattio, L., Anderson, R.J., Bolton, J.J., Sansón, M., D'hondt, S., Leliaert, F., Fredericq, S. & Payri, C. (2016). Shedding new light on old algae: matching names and sequences in the brown algal genus *Lobophora* (Dictyotales, Phaeophyceae). *Taxon*, 65: 689-707.
- Vieira, C., D'hondt, S., De Clerck, O. & Payri, C.E. (2014). Toward an inordinate fondness for stars, beetles and *Lobophora*? Species diversity of the genus *Lobophora* (Dictyotales, Phaeophyceae) in New Caledonia. *Journal of Phycology*, 50: 1101-1119.
- Weisscher, F.C.M. (1982). Marine algae from Ilheu de Fora (Salvage Islands). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 34: 23-34.
- Weisscher, F.C.M. (1983). Marine algae from Selvagem Pequena (Salvage Islands). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 35: 41-80.
- Wille, N. (1906). Algologische untersuchungen an der biologischen station in Drontheim I-VII. I Über die entwicklung von *Prasiola furfuracea* (Fl.D) Menegh. *Det Kongelige norske Videnskabers Selskabs Skrifter*, 1906: 1-38.
- Wolf, M.A., Maneveldt, G.W., Kaleb, S., Moro, I. & Falace, A. (2015). Morphological and molecular characterization of *Hydrolithon rupestre* (Corallinaceae, Corallinales, Rhodophyta): first report from the Mediterranean Sea. *Phytotaxa*, 224: 59-71.
- Won, B.Y. (2010). Characterization of *Centroceras gasparrinii* (Ceramiaceae, Rhodophyta) known as *Centroceras clavulatum* in Korea. *Algae*, 25: 71-76.
- Won, B.Y., Cho, T.O. & Fredericq, S. (2009). Morphological and molecular characterization of species of the genus *Centroceras* (Ceramiaceae, Ceramiales), including two new species. *Journal of Phycology*, 45: 227-250.