

ULL

Universidad
de La Laguna



Facultad de Ciencias
Sección BIOLOGÍA

Departamento de Botánica, Ecología y
Fisiología Vegetal

Vegetative and Reproductive Morphology
of *Stypopodium zonale* (Dictyotales,
Phaeophyceae) in the Canary Islands

Morfología Vegetativa y Reproductora de
Stypopodium zonale (Dictyotales,
Phaeophyceae) en las Islas Canarias

Trabajo Fin de Grado

Daniel Santiago Álvarez Canali

Julio, 2015

SOLICITUD DE DEFENSA Y EVALUACIÓN TRABAJO FIN DE GRADO Curso Académico: 2014/2015	ENTRADA Fecha: Núm:
--	--------------------------------------

Datos Personales


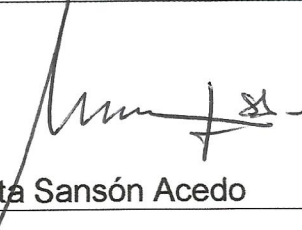
Nº DNI o pasaporte:	Nombre y Apellidos:
53196883E	Daniel Santiago Alvarez Canali
Teléfono:	Dirección de correo electrónico:
691188267	alu0100698930@ull.edu.es

SOLICITA la defensa y evaluación del Trabajo Fin de Grado

TÍTULO

Morfología Vegetativa y Reproductora de <i>Styopodium zonale</i> (Dictyotales, Phaeophyceae) en las Islas Canarias
--

Autorización para su depósito, defensa y evaluación

D. Julio Afonso Carrillo	
Profesor del Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal	
y Dña. Marta Sansón Acedo	
Profesora del Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal	
autorizan al solicitante a presentar la Memoria del Trabajo Fin de Grado	
 Fdo.: Julio Afonso Carrillo	 Fdo.: Marta Sansón Acedo

La Laguna, a 6 de julio de 2015



Firma del interesado

SR/A. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE GRADO DE LA FACULTAD DE BIOLOGÍA

Índice

Introducción	1
Material y métodos.....	6
Resultados	10
Hábitat	10
Hábito	10
Morfología vegetativa.....	13
Morfología reproductora.....	15
Distribución en Canarias	16
Discusión.....	17
Conclusiones	22
Bibliografía.....	24

Resumen

Numerosos talos de *Styopodium zonale* han sido estudiados con el fin de aportar una descripción detallada de su morfología vegetativa y reproductora. Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica para reunir la información actualmente disponible del género y la especie. Se realizaron muestreos dirigidos para la recolección de material en varias localidades de Tenerife durante la primavera y principios de verano de 2015, y se examinó todo el material depositado en los herbarios TFC y BCM. Se incluyen datos biométricos de los principales caracteres vegetativos y reproductores estudiados así como fotografías y dibujos originales. La morfología de los especímenes de Canarias es consistente con estudios previos de *S. zonale* en el océano Atlántico, pero presenta diferencias significativas con los talos descritos del océano Índico. Todos los talos fértiles examinados fueron esporófitos. Se aporta información adicional sobre el hábitat, distribución e importancia de *S. zonale* en las comunidades de costas rocosas de Canarias, y se discute la información sobre las especies taxonómicamente aceptadas del género. Las especies de *Styopodium* son morfológicamente muy similares y el conocimiento de algunas de ellas es aún parcial, por lo que son necesarios más estudios para aclarar la taxonomía de este género.

Palabras clave: Dictyotales, Islas Canarias, morfología vegetativa, morfología reproductora, *Styopodium*.

Abstract

Numerous thalli of *Styopodium zonale* have been studied to describe in detail its vegetative and reproductive morphology. A comprehensive literature revision was fulfilled to summarize the current information about the genus and species. Targeted samplings were conducted to collect specimens in various localities from Tenerife during the spring and early summer of 2015, and all the available material from the TFC and BCM herbaria was examined. An extensive biometric study of the main vegetative and reproductive characters as well as original photographs and drawings are included to support the descriptions. The morphology of the specimens from the Canary Islands is consistent with previous studies of *S. zonale* in the Atlantic Ocean, but present significant differences with thalli from the Indian Ocean. All fertile thalli examined were sporophytes. Additional information about the habitat, distribution and significance of *S. zonale* in rocky coastal communities of the Canary Islands is provided. Data about *Styopodium* species currently accepted taxonomically are discussed. These species are morphologically very similar, and the knowledge about the morphology of some of them is still poor, so more studies are needed to clarify the taxonomy of this genus.

Key words: Dictyotales, Canary Islands, reproductive morphology, *Styopodium*, vegetative morphology.

Introducción

Las algas pardas (Reino Chromista, Filo Ochrophyta, Clase Phaeophyceae) son un conjunto de organismos marinos de gran importancia económica y ecológica (Chapman & Chapman, 1980), siendo algunas de ellas especies estructurantes o ingenieras de determinados ecosistemas, sobre todo en los hábitats someros rocosos de aguas templadas y frías, donde dominan los macrófitos de los órdenes Laminariales y Fucales, entre los que se encuentran los grandes macrófitos comúnmente conocidos como quelpos (Dayton, 1985; Schiel & Foster, 1986). En la actualidad se aceptan algo más de 2000 especies para esta clase, reunidas en 18 órdenes (Silberfeld *et al.*, 2014), destacando Ectocarpales (787 especies), Fucales (591 especies), Dictyotales (272 especies) y Laminariales (148 especies), que en conjunto agrupan más del 85% de las feofíceas (Guiry & Guiry, 2015).

El orden Dictyotales agrupa algas pardas caracterizadas por presentar talos erectos o postrados, aplanados, dicótomamente ramificados o flabelados, frecuentemente desflecados, con sistema de fijación rizoidal, crecimiento apical por una sola célula o por una fila de células marginales, organización parenquimatosas, pelos de feofíceas dispuestos en grupos o líneas concéntricas, y células con feoplastos discoides sin pirenoides (Womersley, 1987; De Clerck *et al.*, 2006). Presentan un ciclo de vida diplohaplofásico isomórfico con gametófitos monoicos o dioicos (poco frecuentes e incluso desconocidos para algunos géneros) con reproducción oogámica y esporófitos dominantes en las poblaciones naturales (Gaillard, 1972; Womersley, 1987; Phillips, 1988; De Clerck *et al.*, 2006; Bittner *et al.*, 2008).

Los representantes de Dictyotales se encuentran distribuidos por todos los océanos, pero destacan en las aguas tropicales y subtropicales, donde especies de los géneros *Dictyopteris*, *Dictyota*, *Lobophora* o *Zonaria* pueden llegar a ser componentes característicos o dominantes del fitobentos (Ballesteros, 1993; Díaz-Pulido & Garzón-Ferreira, 2002; De Clerck *et al.*, 2006; Bittner *et al.*, 2008; Sansón *et al.*, 2009; Sangil *et al.*, 2011c). Incluye una única familia (Dictyotaceae) con 21 géneros (Silberfeld *et al.*, 2014), de los cuales 10 se encuentran presentes en Canarias, con un total de 28 especies (Prud'homme, 1998; Afonso-Carrillo & Sansón, 1999; Haroun *et al.*, 2002; Gil-Rodríguez *et al.*, 2003; Tronholm *et al.*, 2013).

El género *Stypodium* Kützinger (1843) se caracteriza por sus talos erectos o postrados flabelados, fuertemente lacerados, fijos al sustrato por un disco de naturaleza rizoidal. Se encuentran zonados transversalmente por bandas de filamentos hialinos (pelos de feofíceas) que surgen en ambas caras del talo (**Fig. 1**); el crecimiento se realiza por una fila de células

localizadas en los márgenes del talo. La estructura es parenquimatosa, con una (ocasionalmente varias) capa/s de pequeñas células corticales con abundantes feoplastos; y varias capas (4-13) de células medulares de contenido hialino, ordenadas en filas tanto regulares como irregulares. Los esporófitos fértiles poseen esporangios distribuidos de forma difusa por todo el talo o reunidos en soros irregulares (**Fig. 1**), sin indusio ni paráfisis, originando cuatro esporas. Aparentemente dioicos, los gametófitos masculinos presentan anteridios reunidos en soros, también sin paráfisis. Aún no se han descrito las estructuras femeninas (oogonios) para este género (Nizamuddin & Perveen, 1986; Mayhoub & Billard, 1991; Verlaque & Boudouresque, 1991; Nizamuddin & Aisha, 1996; Cormaci *et al.*, 2012; Guiry & Guiry, 2015).

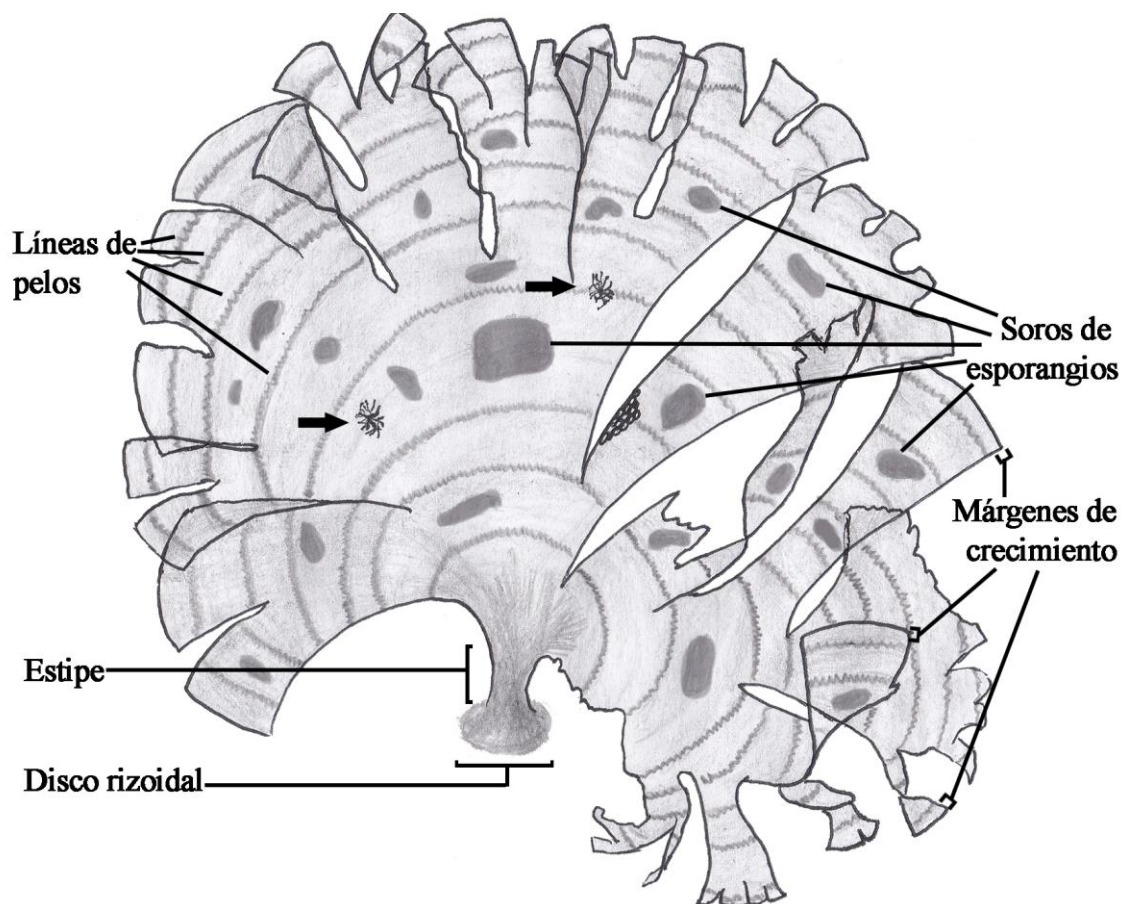


Figura 1: Aspecto general de un ejemplar de *Stypodium zonale*, en el que se pueden distinguir los atributos morfológicos que lo caracterizan. Las flechas señalan al epífito *Jania pumila* J.V. Lamouroux que es relativamente común en los ejemplares canarios.

En la actualidad en el género se aceptan 8 especies (Guiry & Guiry, 2015), una de ellas de reciente descripción [*S. rabdoides* (Allender & Kraft) Kraft, 2009] y otra de estatus dudoso (*S. attenuatum* Kützing) conocida solo de la descripción original de Kützing (1849), y que sin embargo no se encuentra citada en el *Registro Europeo de especies marinas* (Guiry, 2001) ni

en la floras recientes (Cormaci *et al.*, 2012). Las especies de *Styopodium* se encuentran repartidas por aguas templadas, cálidas y tropicales de todos los océanos (**Fig. 2**), siendo *S. zonale* (J.V.Lamouroux) Papenfuss y *S. flabelliforme* Weber-van Bosse las únicas con amplia distribución, aunque es muy posible que la distribución de *S. zonale* haya sido sobreestimada en el océano Índico (Silva *et al.*, 1996). En cuanto a su distribución vertical, viven siempre sumergidas, desde charcos del eulitoral hasta unos 80 m de profundidad (Littler *et al.*, 1989). Las especies han sido caracterizadas exclusivamente por su hábitat y su morfología, siendo el hábito, el color, la segmentación de las células de crecimiento, y la estructura del córtex y la médula los caracteres más importantes con valor diagnóstico, ya que son bastante constantes para cada especie aunque varíen las condiciones ambientales (**Tabla 1**).

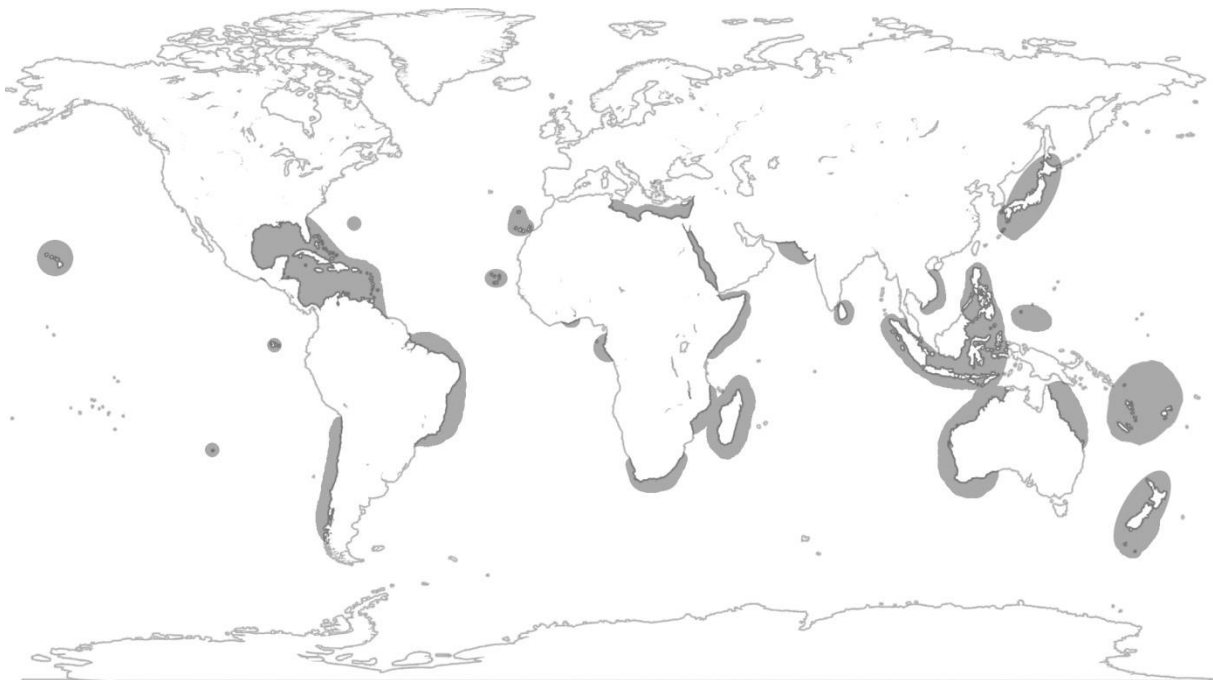


Figura 2: Distribución mundial del género *Styopodium*. Basado en información disponible en la base de datos *AlgaeBase* (Guiry & Guiry, 2015).

Las especies de *Styopodium* tienen también un elevado interés por la gran diversidad de metabolitos secundarios que producen, y varias especies han sido estudiadas desde un punto de vista químico (Gammone *et al.*, 2014). Dentro de estos metabolitos destacan diversos terpenoides de gran complejidad estructural. Estos compuestos proporcionan a las especies de *Styopodium* una gran ventaja ecológica al tener un carácter fuertemente ictiotóxico, reduciendo la presión que suponen los herbívoros en los ecosistemas litorales y aumentando la supervivencia no solo del propio alga, sino también de otras especies que pueden establecerse en las proximidades de *Styopodium* en un escape asociativo a la depredación (Gerwick & Fenical, 1981; Littler *et al.*, 1986; Hay *et al.*, 1987; Biber, 1991; Paula *et al.*,

Tabla 1: Características morfológicas utilizadas para la identificación de las especies del género *Styopodium*. Basado en las descripciones de Nizamuddin & Godeh, 1984; Verlaque & Boudouresque, 1991; Coppejans *et al.*, 1995; Nizamuddin & Aisha, 1996; Abbott & Huisman, 2004; Tronchin & De Clerck, 2005; y Abbas & Shameel, 2013.

Característica		Variación cualitativa
Hábito	Aspecto general	Erecto, postrado
	Talla máxima	8 – 60 cm
	Disposición	Solitarios, reunidos en densos grupos
	Color	Pardo / amarillento; opaco / translúcido
	Iridiscencia	Presente en todo el talo, solo en partes jóvenes, ausente
	Textura	Membranosa y frágil, firme (incluso dura)
	Superficie de la lámina	Lisa, ondulada
	Estipe	Presente (reducido), ausente
Sistema de fijación (rizoides)	Reunidos en un disco desde el estipe, desde la parte basal de la lámina (sin estipe), por la cara ventral de todo el talo	
Estratos de células	Corticales	1, 2(3)
	Medulares en la porción proximal	De 4 a 8, de 6 a 10, de 8 a 15
Segmentación células marginales		Divisiones sucesivas transversales y longitudinales, división simultánea transversal y longitudinal, alternancia entre ambas
Esporangios	Desarrollo	Sésiles, pedicelados
	Disposición	Reunidos formando soros, dispersos.
Hábitat		Charcos eulitoral, sublitoral, circalitoral

2011). Además, estos compuestos pueden actuar como *antifouling*, lo que explica el reducido epifitismo que se observa en los ejemplares de este género (Littler *et al.*, 1986; Hay & Fenical, 1988; Ank *et al.*, 2013). Algunos estudios han demostrado que estos metabolitos presentan actividades interesantes desde un punto de vista farmacológico (citotoxicidad frente a células cancerosas y actividad antibacteriana) de los extractos crudos de estas algas (Del Val *et al.*, 2001; Rocha *et al.*, 2007). Recientemente, se han realizado estudios para probar el potencial que muchos de estos compuestos presentan como posibles fuentes de fármacos. Las actividades de algunos de estos compuestos se recogen en la **Tabla 2**.

En Canarias se han citado 2 especies del género: *Styopodium zonale*, que se encuentra ampliamente distribuida por las costas rocosas de todas las islas (Haroun *et al.*, 2002); y *Styopodium schimperi* (Kützinger) M. Verlaque & Boudouresque, que fue hallada en el año 1997 cerca de la costa de Fuerteventura, en material recolectado en dragados realizados a 63m de profundidad (Sansón *et al.*, 2002), encontrándose incluida en el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras* (RD 630/2013, de 2 de agosto) teniendo en cuenta su comportamiento invasivo en el mar Mediterráneo (Mayhoub & Billard, 1991; Boudouresque & Verlaque, 2002; Gil-Rodríguez *et al.*, 2003).

Tabla 2: Algunos compuestos aislados en especies del género *Stypopodium*, con información sobre su naturaleza química y actividad descrita. Las especies de las que se han aislado estos compuestos son: *S. flabelliforme* [1], *S. zonale* [2] y *S. schimperi* [3].

Compuesto	Naturaleza	Actividad descrita	Referencias
2β-3α-epitaondiol¹	Sesterterpenoide pentacíclico	Bloqueador de canales de sodio, citotoxicidad moderada frente a células de cáncer de pulmón humano	Penicooke <i>et al.</i> , 2013 Gammone <i>et al.</i> , 2014
Acetato de zonaquinona²	Sesterterpenoide pentacíclico	Citotóxico frente a células de cáncer de mama, colon, actividad antioxidante débil	Penicooke <i>et al.</i> , 2013
Ácido atomárico²	Diterpenoide bicíclico	Inhibidor de la tirosina-quinasa, antibacteriano débil, actividad anti-HMPV y anti-HSV-1	Wessels <i>et al.</i> , 1999 Soares <i>et al.</i> , 2007 Mendes <i>et al.</i> , 2011 Alassali <i>et al.</i> , 2013
Ácido stypoquinónico²	Diterpenoide bicíclico	Inhibidor de la tirosina-quinasa, antibacteriano débil	Wessels <i>et al.</i> , 1999 Dorta <i>et al.</i> , 2002a De Rosa & Tommonaro, 2012
Epitaondiol^{1,2}	Sesterterpenoide pentacíclico	Inhibidor de la ciclooxigenasa, inotropismo negativo, antiinflamatorio (inhibe la liberación de eicosanoides), protector gástrico, estimulante de las citoquinas proinflamatorias y factor de necrosis alfa, interleucinas 1β, 6, 10 y proteínas de choque térmico, antimicrobiano, antiproliferativo tumoral, actividad anti-HMPV y anti-HSV-1, insecticida	Gerwich & Fenical, 1981 Gil <i>et al.</i> , 1995 Soares <i>et al.</i> , 2007 Mendes <i>et al.</i> , 2011 Alassali <i>et al.</i> , 2013
Flabellinol y Flabellinona^{1,2}	Diterpenoide tetracíclico	Bloqueador de canales de sodio, citotoxicidad moderada frente a cáncer de pulmón humano	De Rosa & Tommonaro, 2012 Penicooke <i>et al.</i> , 2013
Sargaquinona²	Diterpenoide lineal	Antiinflamatorio	De Rosa & Tommonaro, 2012
Schimperiol³	Lípido fenólico	No evaluado	Sampli <i>et al.</i> , 2000
Stypodiol^{1,2}	Sesterterpenoide pentacíclico	Su 14-ceto diacetato tiene efecto antiinflamatorio, inhibidor de la polimerización de microtúbulos, citotóxico	Gerwich & Fenical, 1981 Dorta <i>et al.</i> , 2002b Alassali <i>et al.</i> , 2013
Stypolactona^{1,2}	Diterpenoide tricíclico	Citotóxico frente a células de carcinoma de pulmón y colon humano	Dorta <i>et al.</i> , 2002b Alassali <i>et al.</i> , 2013
Stypoldiona^{1,2}	Sesterterpenoide pentacíclico	Inhibidor de la polimerización de microtúbulos, citotóxico	Gerwich & Fenical, 1981 Dorta <i>et al.</i> , 2002 Reddy, 2009
Stypotriol^{1,2}	Sesterterpenoide pentacíclico	Inhibidor de las fosfolipasa A2 y elastasa, antimicrobiano	Gil <i>et al.</i> , 1995 Dorta <i>et al.</i> , 2002b Alassali <i>et al.</i> , 2013 Gammone <i>et al.</i> , 2014
Taondiol²	Sesterterpenoide pentacíclico	Antifúngico leve	Wessels <i>et al.</i> , 1999

El presente estudio fue diseñado con el objetivo de actualizar la información sobre el género y en particular de la especie *Stypopodium zonale*, realizando un estudio detallado de su morfología tanto vegetativa como reproductora de los ejemplares de Canarias. Se trata de un estudio inicial, que pretende servir de base a otro más ambicioso con el objetivo caracterizar la variación morfológica y la fenología reproductora a lo largo de un ciclo anual.

Material y métodos

El estudio morfológico vegetativo y reproductor de *Styopodium zonale* se realizó en material recolectado en distintas localidades de la isla de Tenerife (Punta del Bocinegro en Granadilla de Abona; Baja Izquierda en San Cristóbal de La Laguna; Punta del Hidalgo) durante los meses de marzo a junio de 2015. Las recolecciones consistieron en muestreos selectivos realizados tanto en charcos del eulitoral inferior de rasas intermareales expuestas al oleaje como en el sublitoral somero (0-3 m de profundidad). También se estudiaron los pliegos de herbario y el material conservado en medio líquido (formalina al 4% en agua de mar) depositados en TFC (Herbario Tenerife Ciencias, Facultad de Ciencias, ULL) y los pliegos depositados en BCM (Herbario Biología Ciencias del Mar, Facultad de Ciencias del Mar, ULPGC).

Para la recolección y tratamiento del material se siguió la metodología general para el estudio de macroalgas (Tsuda & Abbott, 1985; Afonso-Carrillo & Sansón, 1999). Los especímenes identificados *in situ* se recolectaron a mano desde la base para incluir el sistema de fijación, siendo inmediatamente introducidos en bolsas plásticas con agua de mar para su traslado al laboratorio. Una vez en el laboratorio el material se dispuso en bandejas plásticas con agua de mar y se separó con ayuda de pinzas y agujas enmangadas. En una primera inspección en fresco se confirmó la correcta identificación realizada en el campo, se analizaron someramente y se anotaron las características más evidentes para facilitar el trabajo posterior. Seguidamente se procedió a la fijación del material en una solución de formalina al 4-10% en agua de mar, incluyéndolos en frascos de cristal convenientemente etiquetados con toda la información relevante (especie, localidad, fecha, recolector y notas), y almacenados en un lugar fresco y oscuro para evitar su decoloración. Cuando no fue posible el traslado inmediato del material fresco al laboratorio se procedió a su fijación sobre el terreno en las mismas bolsas plásticas, realizando los análisis preliminares posteriormente. También se tomaron fotografías de los ejemplares en su ambiente natural con una cámara Sony NEX-6 con un objetivo de 18-55 mm en una carcasa Nauticam NA-NEX-6, equipada con un flash externo INON D2000.

Parte del material fue preparado en el laboratorio para su conservación como pliegos de herbario. Para ello se extendieron los talos sobre cartulinas blancas con la información básica anotada a lápiz, usando bandejas plásticas con agua para su extensión y colocando los ejemplares en una posición natural que permitiese la observación de todas sus características.

Una vez preparado el material se cubrió con una tela, se colocó entre papeles absorbentes, apilando estas estructuras entre cartones, y se llevó a una prensa de secado.

Las observaciones preliminares del material fresco, el hábito y los caracteres de la morfología externa de los talos se estudiaron con ayuda de un estereomicroscopio Leica EZ4 (Leica Microsystems®), manteniendo el material en placas de Petri o bandejas con agua de mar.

El estudio del hábito fue realizado a simple vista y se hicieron medidas macroscópicas con ayuda de papel milimetrado de la longitud total y del ancho máximo de los ejes, longitud del estipe y ancho del disco de fijación a partir de material propio y de talos maduros depositados en el herbario.

Para el estudio detallado de la estructura y morfología celular se seleccionaron y separaron fragmentos de las distintas partes del talo (distal y proximal) para su análisis en el microscopio, tanto en visión superficial como para la realización de secciones transversales y longitudinales. En estos fragmentos se analizó la estructura, la morfología celular y se obtuvieron las dimensiones de las distintas células. Las secciones se realizaron a mano bajo la lupa, directamente sobre un portaobjetos, manteniendo el fragmento sujeto con el dedo índice y realizando las secciones mediante una hojilla. Las secciones se montaron directamente en el portaobjetos con una gota de agua de mar formolada y se cubrieron con un cubreobjetos. Para el estudio de los pliegos de herbario se seleccionaron fragmentos pequeños que se rehidrataron al menos durante 24 horas en recipientes de cristal con una solución de formalina al 4-10% en agua de mar. Una vez rehidratados se procedió de igual manera que con el material fresco descrito previamente. Todo el material estudiado está reseñado en la **Tabla 3**.

Debido a la coloración de los talos, estas preparaciones temporales fueron examinadas sin necesidad de realizar ningún tipo de tinción. El análisis de la estructura, morfología celular y las micrografías fueron realizadas en un microscopio Leica DM500 (Leica Microsystems®) y las mediciones en un microscopio Zeiss (Carl Zeiss Microscopy, Germany) equipado con un micrométrico adaptado a un ocular. Los dibujos se realizaron en un microscopio Zeiss equipado con una cámara clara de tubo. Fotografías, micrografías y dibujos fueron tratados y agrupados en láminas utilizando Adobe Photoshop CS6 (Adobe Systems Inc.).

Para el análisis morfométrico se realizaron al menos 10 mediciones en ejemplares de distinta procedencia. Se tomaron las siguientes medidas, que incluyen siempre la pared celular:

- Largo y ancho de las células marginales de crecimiento y de las células corticales en visión superficial.
- Alto de las células marginales de crecimiento y de las células corticales en sección transversal o longitudinal de la porción terminal del talo.
- Largo de las células medulares en sección longitudinal a 1cm de la zona basal del talo.
- Alto y ancho de las células medulares en sección transversal a 1 cm de la zona basal del talo.
- Diámetro de los esporangios en visión superficial y alto de los esporangios en secciones transversales de zonas fértiles del talo.

Los datos biométricos se analizaron estadísticamente, aportándose los valores medios, desviación estándar, máximos y mínimos.

Tabla 3: Material estudiado. Se incluyen el número de pliego, fecha y localidad (indicando entre paréntesis la isla: P La Palma; H, Hierro; T, Tenerife; C, Gran canaria; L, Lanzarote e islotes; F, Fuerteventura y lobos). Los números TFC Phyc subrayados se corresponden con material recogido durante el presente estudio. El material en BCM se consultó *on-line*.

HERBARIO DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA: TFC Phyc					
nº	Fecha	Localidad	nº	Fecha	Localidad
11	23/08/1983	Playa el Carrizal, Teno (T)	4016	27/10/1983	Playa la Consagración, (T)
26	13/08/1983	Garachico (T)	4062	02/03/1983	Punta La Rasca (T)
63	25/08/1977	Punta de Jandía (F)	4068	21/01/1983	Puerto de Güímar (T)
88	17/07/1983	Milán, Tejina (T)	4080	01/02/1982	Caleta Cho Regino (T)
120	26/06/1973	Orzola (L)	4112	19/07/1984	El Porís (T)
212	22/01/1983	Punta del Hidalgo (T)	4116	07/07/1984	Ensenada de Los Abades (T)
269	28/11/1982	Punta de Rasca (T)	4122	14/07/1984	Palm-Beach (T)
288	27/11/1982	Montaña Roja (T)	4129	31/07/1984	La Barranquera (T)
297	25/08/1977	Punta Jandía (F)	5101	10/08/1987	Laja del Cochino (L)
326	07/1982	Club Náutico, Bajamar (T)	5679	31/03/1983	Montaña Clara (L)
348	10/1981	La Graciosa (L)	5790	29/08/1991	Puerto de la Cruz (T)
392	18/09/1982	El Queso, Corralejo (F)	5847	18/07/1991	Puerto de la Cruz (T)
411	1969	Puerto de la Cruz (T)	6956	06/11/1990	Punta del Hidalgo (T)
465	12/08/1982	Risco Negro, Anaga (T)	7133	04/12/1990	Punta del Hidalgo (T)
602	1969	Punta del Hidalgo (T)	7350	02/07/1990	Punta del Hidalgo (T)
659	06/1972	Punta del Hidalgo (T)	9461	02/06/1994	San Marcos (T)
661	1969	Candelaria (T)	9503	06/1994	San Marcos (T)
759	12/08/1982	Las Caletas, Anaga (T)	9529	19/05/1994	San Marcos (T)
760	12/08/1982	Roque de Dentro (T)	11356	19/02/2002	Punta de San Simón (P)
813	19/09/1982	Punta los Canarios (T)	11357	05/08/2002	El Puertito (P)
845	02/12/1982	Punta los Canarios (T)	11762	01/02/2002	La Graciosa (L)
888	20/09/1982	Punta los Canarios (T)	<u>14954</u>	27/10/2012	Las Galletas (T)
1779	06/1980	Las Caletillas (T)	<u>14955</u>	30/03/2015	Montaña Bocinegro (T)
1983	11/1978	Interián (T)	<u>14956</u>	15/04/2015	Punta del Hidalgo (T)
3002	13/06/1983	Cueva Bonita (P)	<u>14957</u>	18/04/2015	Baja Izquierda, El Pris (T)
3049	10/09/1986	Roque del Este (L)	<u>14958</u>	05/05/2015	Punta del Hidalgo (T)
3050	07/09/1986	Roque del Oeste (L)	<u>14959</u>	03/06/2015	Punta del Hidalgo (T)
3103	06/09/1986	Montaña Clara (L)			

Tabla 3: *Continuación.*

HERBARIO DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA: BCM					
nº	Fecha	Localidad	nº	Fecha	Localidad
49	19/04/1991	Caleta Baja, Gáldar (C)	1742	31/07/1994	Punta de Juan Rebenque (L)
286	11/10/1991	Baja de Amanay, Jandía (F)	1811	13/09/1994	Punta de Papagayo (L)
461	06/12/1993	Puerto del Carmen, Tías (L)	1883	26/08/1994	El Callaito, Alegranza (L)
503	08/10/1991	Sardina del Norte (C)	1904	26/08/1994	Punta de Juan Rebenque (L)
607	10/10/1991	Punta de Antequera (T)	1923	14/11/1994	Los Bajos (L)
695	05/10/1991	Puerto Naos, La Restinga (H)	1927	22/08/1994	Punta de los Mosquitos (L)
714	06/10/1991	Punta Blanca (P)	1943	21/08/1994	Puerto Viejo, Alegranza (L)
732	06/10/1991	Punta de Malpique (P)	2038	22/08/1994	Punta de los Mosquitos (L)
762	05/10/1991	Punta de los Frailes (H)	2145	25/08/1994	Los Bajo (L)
786	05/10/1991	Puerto Naos, La Restinga (H)	4840	30/11/1999	Punta Camello, Arucas (C)
816	04/10/1991	Faro de Orchilla, El Pinar (H)	4856	28/01/2000	Taliarte, Telde (C)
871	04/10/1991	Faro de Orchilla, El Pinar (H)	4965	09/02/2000	El Bristol, Corralejo (F)
890	04/10/1991	Roques de Salmor (H)	6549	23/04/2004	El Bristol, Corralejo (F)
932	03/10/1991	Faro de Orchilla, El Pinar (H)	6557	31/03/2004	Roque del Oeste (L)
937	03/10/1991	Faro de Orchilla, El Pinar (H)	6566	31/03/2004	Roque del Este (L)
1042	30/09/1991	Estrecho de la Bocaina (F/L)	6612	24/05/2004	Baja del Marrajo (C)
1086	30/09/1991	Estrecho de la Bocaina (F/L)	6615	02/06/2004	Punta Gorda, La Isleta (C)
1216	28/09/1991	Roque del Oeste (L)	6682	30/11/1999	Cañada de las Maretas (L)
1316	27/09/1991	El Puertito, Lobos (F)	7055	03/06/2008	El Rincón (C)

Resultados

Styopodium zonale (J.V.Lamouroux) Papenfuss 1940

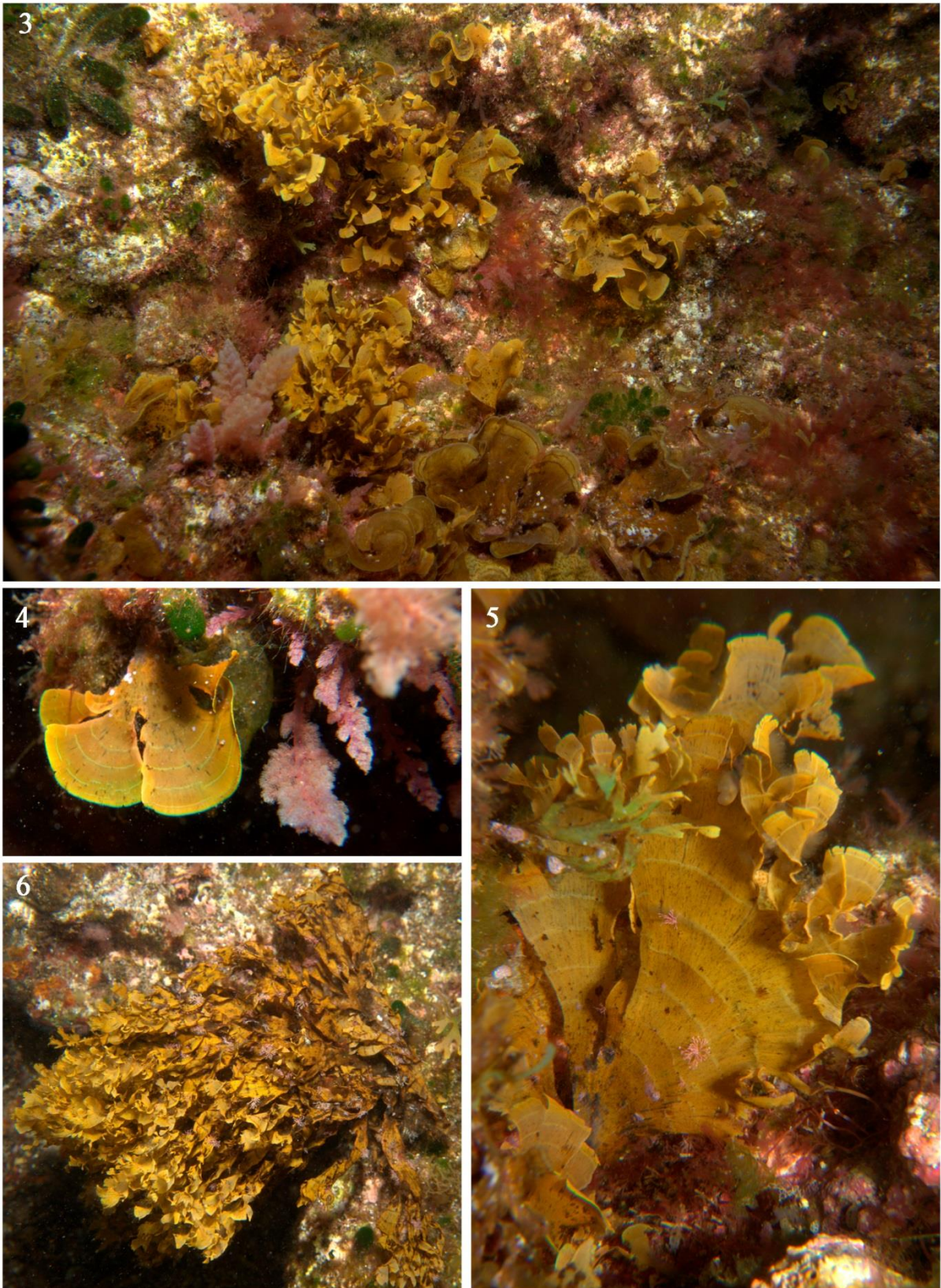
Basónimo: *Fucus zonalis* J.V.Lamouroux 1805

Sinónimos: *Fucus zonalis* J.V.Lamouroux 1805
Dictyota zonata J.V.Lamouroux 1809
Dictyota zonaria Poiret 1812
Zonaria lobata C.Agardh 1824
Padina lobata Greville 1830
Styopodium fuliginosum (Martius) Kützing 1843
Styopodium lobatum (C.Agardh) Kützing 1859

Localidad tipo: República Dominicana (Silva *et al.*, 1996).

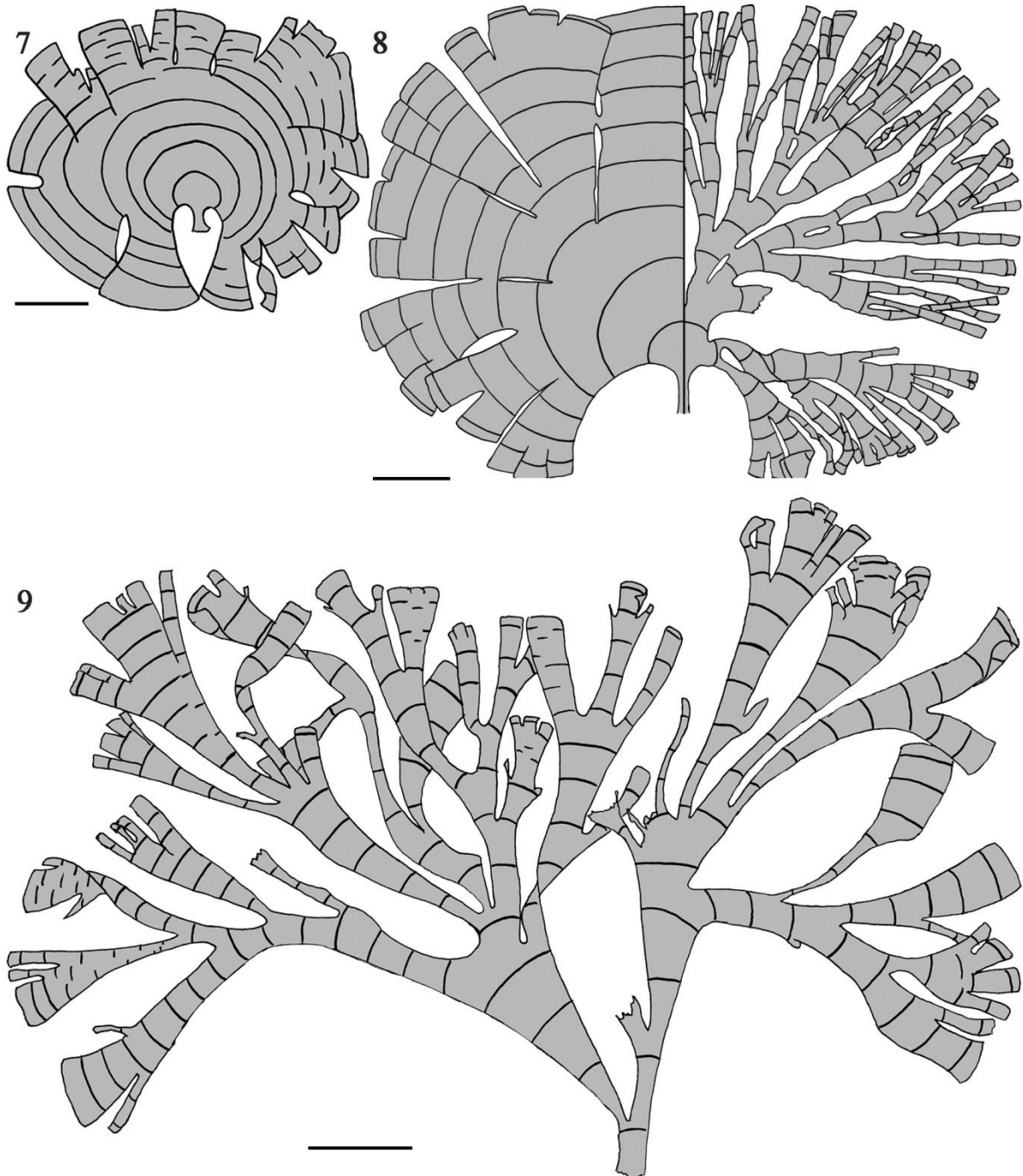
Hábitat (Figs 3-6): Especie epilítica, a veces abundante en charcos del eulitoral inferior de plataformas rocosas de costas expuestas al oleaje, generalmente en las paredes de los mismos, en lugares parcialmente protegidos de la luz directa. Ocasional en los fondos de estos charcos, incluso cuando presentan depósitos de sedimento arenoso. En el sublitoral está presente desde los fondos someros hasta la profundidad de 96 m (BCM 1042). En los ambientes someros comparte hábitat con otras algas, como los feófitos *Cystoseira abies-marina* (S.G.Gmelin) C.Agardh, *Dictyota* spp., *Lobophora variegata* (J.V.Lamouroux) Womersley ex E.C.Oliveira, *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, *Taonia atomaria* (Woodward) J.Agardh y *Zonaria tournefortii* (J.V.Lamouroux) Montagne; rodófitos como *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon, coralinales incrustantes, *Corallina caespitosa* R.H.Walker, J.Brodie & L.M.Irvine, *Jania* spp. y *Lophocladia trichoclados* (C.Agardh) F.Schmitz; y los clorófitos *Anadyomene saldanhae* A.B.Joly & E.C.Oliveira, *Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser y *Microdictyon calodictyon* (Montagne) Kützing.

Hábito: Talos erectos solitarios, inicialmente membranosos y ampliamente flabelados, pero progresivamente profundamente divididos y lacerados en ejes acintados lineares o cuneiformes, de 8 a 30 cm de alto en la madurez. Talos jóvenes de color pardo amarillento que se oscurecen con la edad hasta mostrar un color pardo. Especímenes secos de herbario más oscuros, hasta pardo oscuros. Ejes lisos y planos, de 0,4-8 cm de ancho, en ocasiones espiralados, y con bordes lisos y regulares. La superficie presenta una zonación transversal por filas concéntricas de pelos de feofíceas que alternan en ambas caras del talo, separadas



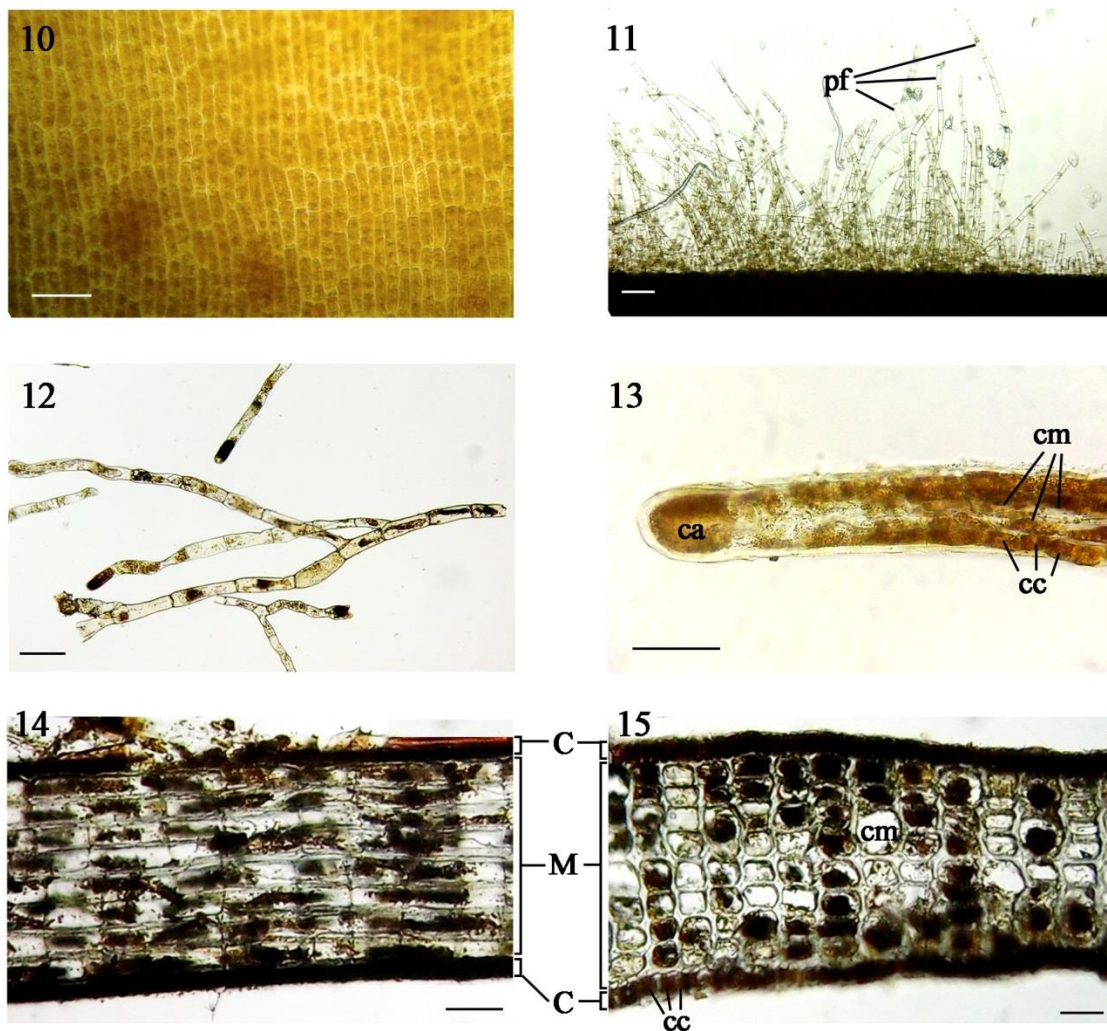
Figuras 3-6: *Styropodium zonale* en su ambiente natural (Punta del Hidalgo, 06/06/2015). **Fig. 3:** Población en la pared de un charco del eulitoral, junto con *Asparagopsis taxiformis*, *Anadyomene saldanhae*, *Dasycladus vermicularis*, *Dictyota* spp., *Lophocladia trichoclados* y *Lobophora variegata*. **Fig. 4:** Ejemplar juvenil claramente flabelado con varios segmentos cuneados. **Fig. 5:** Ejemplar juvenil ya epifitado por *Jania pumila* y otras coralinales. **Fig. 6:** Ejemplar adulto con ejes acintados y espiralados, densamente epifitado por *J. pumila*.

cada 2,5-16 mm. Inicialmente las bandas de pelos son discontinuas en las porciones distales pero se van uniendo, formando filas continuas en las porciones proximales. Fijación al sustrato por un disco basal muy denso de 4-15 mm de diámetro resultado de la coalescencia de abundantes rizoides ramificados originados a partir de las células corticales en la región basal del talo, formando un corto estipe de 8-22 mm de largo (**Figs 7-9**).



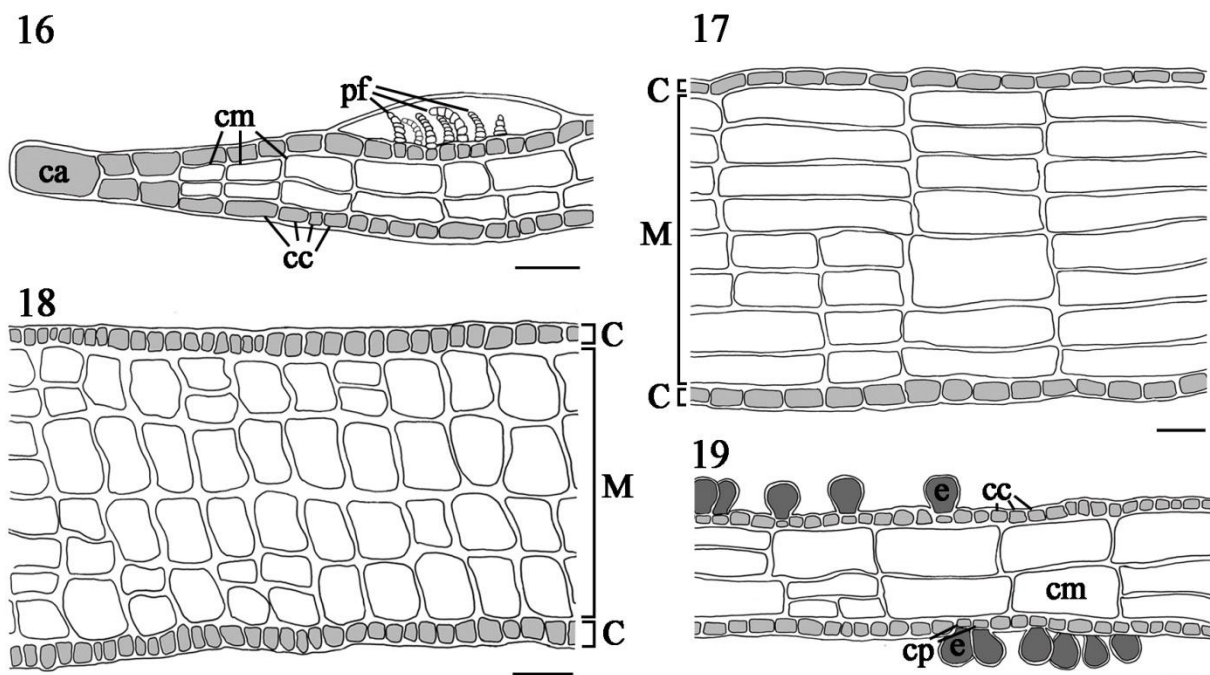
Figuras 7-9: Hábito de *Styopodium zonale*. **Fig. 7:** Ejemplar joven flabelado. Se aprecian las bandas discontinuas de pelos de feofíceas (Escala = 15 mm). **Fig. 8:** Representación de un ejemplar maduro flabelado (izquierda) y otro profusamente lacerado (derecha) (Escala = 15 mm). **Fig. 9:** Ejemplar adulto, profusamente acintado (Escala = 30 mm).

Morfología vegetativa: En visión superficial células marginales de crecimiento rectangulares, intensamente pigmentadas, de $38 \pm 9 \mu\text{m}$ de largo y $13 \pm 5 \mu\text{m}$ de ancho, que inmediatamente se dividen en pequeñas células corticales ordenadas en filas regulares, de subrectangulares a subcuadradas, de $21 \pm 9 \mu\text{m}$ de largo y $11 \pm 3 \mu\text{m}$ de ancho (**Fig. 10**). Bandas de pelos originadas por transformación de células corticales que terminan formando filamentos uniseriados de $16 \pm 1 \mu\text{m}$ de diámetro, constituidos de células subcilíndricas, muy cortas y pigmentadas en la base (crecimiento intercalar basal), que se alargan progresivamente y con contenido hialino, alcanzando una longitud máxima de $100 \pm 11 \mu\text{m}$ (**Fig. 11**). Células rizoidales alargadas, oscuras en su centro por acumulación sustancias de reserva y frecuentemente ramificadas, de $28 \pm 11 \mu\text{m}$ de diámetro (**Fig. 12**).



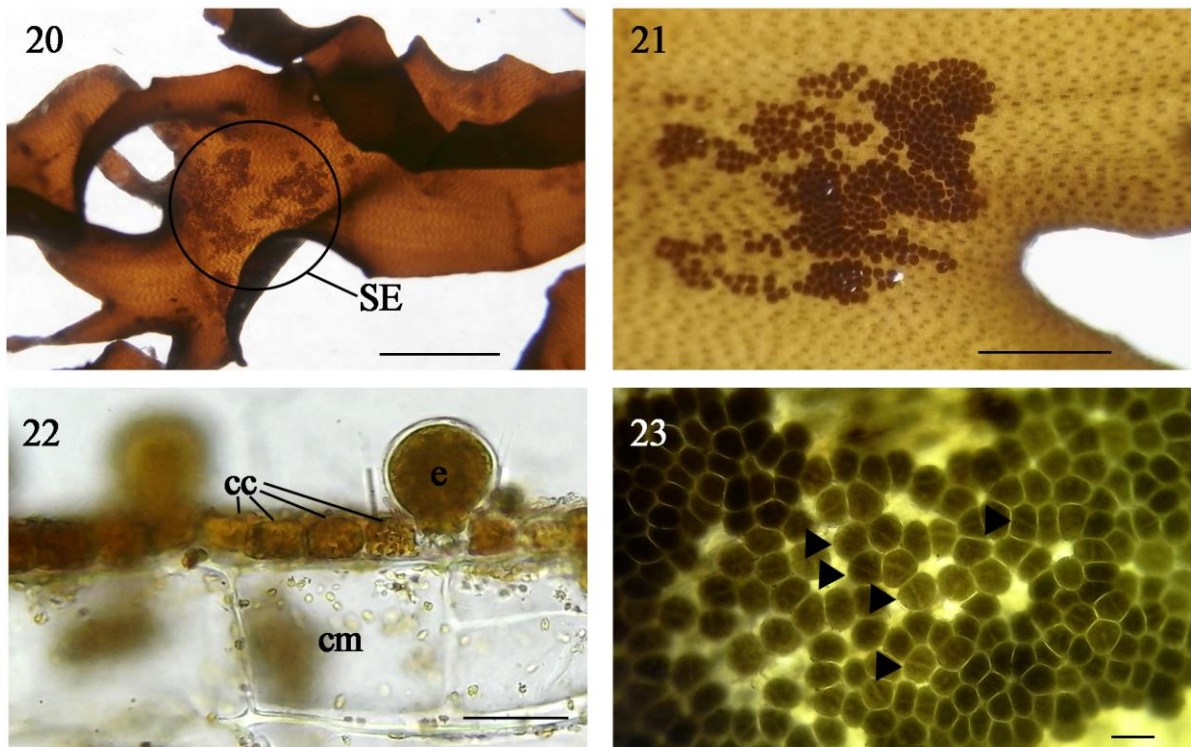
Figuras 10-15: Morfología vegetativa de *Stypopodium zonale*. **Fig. 10:** Células corticales en visión superficial (Escala = $30 \mu\text{m}$). **Fig. 11:** Pelos de feofíceas (pf) en visión superficial (Escala = $100 \mu\text{m}$). **Fig. 12:** Rizoides en visión superficial, en los que se aprecia la ramificación (Escala = $50 \mu\text{m}$). **Fig. 13:** Sección longitudinal del margen del talo, en la que se observa una célula marginal (ca) muy pigmentada y las primeras células medulares (cm) y corticales (cc) (Escala = $40 \mu\text{m}$). **Fig. 14:** Sección longitudinal de la porción media del talo en la que se distingue el córtex (C) y la médula (M) (Escala = $50 \mu\text{m}$). **Fig. 15:** Sección transversal de la porción basal del talo. Se aprecia la forma subrectangular de las células medulares, que forman hasta 8 estratos (Escala = $50 \mu\text{m}$).

En sección, en la región distal, muy cerca del margen, los talos están constituidos por 4 estratos celulares: dos capas células medulares de contenido hialino y a cada lado una de pequeñas células corticales periféricas muy pigmentadas (**Figs 13 y 16**). Esta estructura se va engrosando a medida que nos alejamos de la región distal del talo por aumento progresivo del número de capas de células medulares, normalmente 4-6 capas en las porciones medias, y que alcanzan hasta 13 en las porciones próximas a la base de ejemplares viejos. En sección longitudinal, las células marginales de crecimiento son rectangulares con la porción distal redondeada, de $44\pm 10\ \mu\text{m}$ de alto, que se dividen transversal y luego longitudinalmente para dar lugar a las subsiguientes células. Células medulares subrectangulares, de $104\pm 40\ \mu\text{m}$ de largo; con 4-5 células corticales subcuadradas por cada célula medular (**Figs 14 y 17**). En sección transversal las células corticales son subrectangulares con bordes redondeados, de $12\pm 3\ \mu\text{m}$ de alto; y las células medulares subcuadradas con bordes redondeados, ligeramente más anchas que altas, de $36\pm 9\ \mu\text{m}$ de ancho y $29\pm 6\ \mu\text{m}$ de alto, ordenadas de manera bastante regular en la región distal y más desordenada en la proximal; con 3-4 células corticales por cada célula medular (**Figs 15 y 18**).



Figuras 16-19: Detalles de la morfología vegetativa y reproductora de *Styopodium zonale*. **Fig. 16:** Sección longitudinal del margen del talo. Se observa la célula apical (ca) y primeras células hasta que se diferencian las células corticales (cc) y células medulares (cm) en una estructura tetraestratificada. Los pelos de feoíceas (pf) aún no han roto la fina cutícula que los cubre (Escala = $50\ \mu\text{m}$). **Fig. 17:** Sección longitudinal en la porción basal del talo, mostrando la morfología de las células de la médula (M) y las del córtex (C). La médula posee aquí hasta 8 estratos celulares. (Escala = $50\ \mu\text{m}$). **Fig. 18:** Sección transversal en la porción basal del talo, mostrando la disposición ligeramente irregular de las células medulares, sin constituir estratos homogéneos (Escala = $50\ \mu\text{m}$). **Fig. 19:** Sección longitudinal de un talo fértil portando esporangios (e), ovalados o piriformes, desarrollados a partir de una pequeña célula pie (cp) (Escala = $50\ \mu\text{m}$).

Morfología reproductora: Los esporófitos muestran esporangios distribuidos a lo largo de toda la lámina en ambas caras, dispuestos laxamente o densamente reunidos, formando soros (**Figs 20 y 21**). Los esporangios son sésiles, de color marrón oscuro, de ovalados a piriformes, ligeramente más altos que anchos, los inmaduros de 50 ± 5 μm de diámetro en visión superficial y de 51 ± 4 μm de alto en sección (**Fig. 22**). Los esporangios maduros dividen irregularmente su contenido en cuatro esporas (**Fig. 23**) y son de mayores dimensiones, 86 ± 9 μm de diámetro y 90 ± 10 μm de alto. Durante la realización del estudio no se observaron gametófitos masculinos ni femeninos fértiles.



Figuras 20-23: Morfología reproductora de *Stypopodium zonale*. **Fig. 20:** Visión superficial de una porción de un talo fértil con soros de esporangios (SE), oscuros e irregulares sobre la superficie del talo (Escala = 2 mm). **Fig. 21:** Detalle de un soro en visión superficial mostrando la disposición irregular (difusa o agrupada) de los esporangios (Escala = 0,5 mm). **Fig. 22:** Detalle de un esporangio (e) inmaduro en sección transversal. Se puede apreciar la célula pie sobre la que se desarrolla dicho esporangio (cm = célula medular) (Escala = 50 μm). **Fig. 23:** Esporangios en visión superficial, mostrando en algunos la tabicación interna (►) indicativa de que ya ha ocurrido la meiosis para formar las cuatro tetrásporas (Escala = 100 μm).

Todos los datos morfométricos de las células vegetativas y reproductoras han sido agrupados en la **Tabla 4**.

Tabla 4: Datos morfométricos (en μm) de células vegetativas y reproductoras de *Styopodium zonale*. (VS: visión superficial; SL: sección longitudinal; ST: sección transversal). N = 10.

	Media $\pm \sigma$	Mínimo	Máximo
Células apicales			
Largo (VS)	38 \pm 9	23	49
Ancho (VS)	13 \pm 5	6	19
Alto (SL)	44 \pm 10	32	61
Células corticales			
Largo (VS)	21 \pm 9	8	36
Ancho (VS)	11 \pm 3	6	15
Alto (ST)	12 \pm 3	7	17
Células medulares			
Largo (SL)	104 \pm 40	42	166
Ancho (ST)	36 \pm 9	21	65
Alto (ST)	29 \pm 6	17	63
Células rizoidales			
Diámetro (VS)	28 \pm 11	13	48
Pelos de feofíceas			
Largo (VS)	100 \pm 11	82	118
Diámetro (VS)	16 \pm 1	15	17
Esporangios (inmaduros)			
Alto (ST)	51 \pm 4	44	57
Diámetro (VS)	50 \pm 5	40	57
Esporangios(maduros)			
Alto (ST)	86 \pm 9	74	101
Diámetro (VS)	90 \pm 10	76	107

Distribución en Canarias: Basados en material de herbario examinado y la información publicada se ha elaborado el mapa de distribución en Canarias de *Styopodium* (**Fig. 24**). Destaca la ausencia de localidades para la isla de La Gomera, así como su menor registro relativo en las islas orientales con respecto a las occidentales.

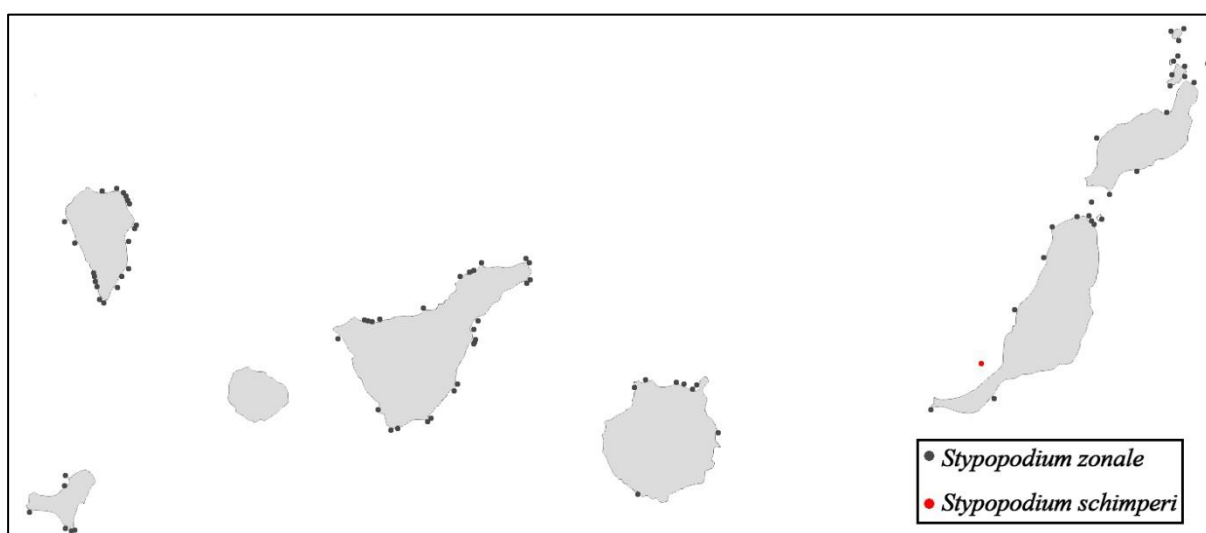


Figura 24: Distribución del género *Styopodium* en las islas Canarias. Los puntos reflejan localidades en las que se encuentra la especie. Existen citas para la isla de la Gomera (Haroun *et al.*, 2002), pero no se conocen localidades concretas. Elaborado a partir de Medina *et al.*, 1995; Reyes *et al.*, 2000; Sansón *et al.*, 2002; Sangil, 2003; Cruz-Reyes *et al.*, 2003; Reyes *et al.*, 2005; material depositado en los herbarios TFC y BCM; y de muestras propias recolectadas para este estudio.

Discusión

La presencia de *Styopodium zonale* en Canarias ha sido documentada desde los primeros estudios sobre las algas marinas de este archipiélago. La primera cita se debe a C. Agardh (1824) que incluyó Tenerife en la distribución de esta especie (como *Zonaria lobata* C. Agardh). Después, Montagne (1840) bajo el nombre de *Padina lobata* Montagne presentó una breve descripción de la morfología de los especímenes canarios e indicó su presencia en las islas de Gran Canaria, Tenerife, Lanzarote y La Palma, basado en las recolecciones realizadas por Webb y Liebetruh. Vickers (1896, como *Styopodium lobatum* Kützing) la identificó arrojada en la orilla en los alrededores de Las Palmas. Sauvageau (1905, como *Zonaria lobata* Agardh) realizó amplios comentarios de las observaciones realizadas en Puerto de la Cruz (Tenerife) en el invierno de 1904-1905, señalando su hábito con aspecto de *Taonia atomaria* pero de consistencia más firme, ejes acintados desiguales y color más oscuro sobre todo hacia la base. Identificó talos con esporangios y talos con anteridios. Børgesen (1926) la citó también como *Z. lobata*, y en sus comentarios incluyó indicaciones someras acerca del hábitat, que caracterizó como de zonas expuestas, creciendo bajo salientes rocosos o en cavidades, y siempre sumergida. Posteriormente, en la recopilación de Gil-Rodríguez & Afonso-Carrillo (1980) se indicó la presencia en las mismas islas indicadas previamente por Montagne (1840) pero ya se utilizó el nombre *Styopodium zonale* para la especie. Después, fue documentada para Fuerteventura (Afonso-Carrillo *et al.*, 1984) y El Hierro (Audiffred, 1985). Verlaque & Boudouresque (1991) compararon la morfología y anatomía de especímenes canarios con los talos de *Styopodium schimperi* del Mediterráneo. Finalmente, Haroun *et al.* (2002) recogieron la presencia también en La Gomera. En este mismo año se realizó la primera y única cita de *S. schimperi* para el océano Atlántico, en las costas de Fuerteventura (Sansón *et al.*, 2002) *S. schimperi* es reconocible por su talo translúcido e iridiscente y se distingue de *S. zonale* por su menor talla máxima, menor número de estratos celulares, células medulares más pequeñas y esporangios pedicelados (Verlaque & Boudouresque, 1991; Sansón *et al.*, 2002).

La revisión del material depositado en los herbarios TFC y BCM y de la información procedente de los numerosos estudios realizados sobre la flora bentónica de distintas islas, permite asegurar que *Styopodium zonale* es una especie epilítica que presenta una amplia distribución en las costas canarias (**Fig. 24**), aunque algo limitada por la ausencia de sustrato adecuado en las islas de Lanzarote y Fuerteventura, donde abundan los fondos arenosos (Afonso-Carrillo & Gil-Rodríguez, 1980; Sangil *et al.*, 2011b). Destaca la muy escasa

información que se dispone para la isla de La Gomera. No se ha examinado material de herbario recolectado en La Gomera, ni hay información publicada sobre localidades en esta isla, salvo la indicación de presencia de Haroun *et al.* (2002) y Sangil *et al.* (2011c, 2014). Son muy escasos los estudios del fitobentos realizados en esta isla. La información obtenida de la revisión del material de herbario indica una amplia distribución vertical desde charcos del eulitoral inferior hasta los 96 m de profundidad, lo que constituye un record tanto para la especie [reportada hasta 80m por Littler & Littler (2000) en el Caribe] como para el género.

Las poblaciones de *Styopodium zonale* de Canarias han sido también objeto de estudios químicos como material para la identificación de nuevos metabolitos secundarios, prácticamente desde la creación del Instituto de Productos Naturales Orgánicos por el profesor Antonio González. A esos primeros años corresponde la descripción del taondiol, en material erróneamente identificado como *Taonia atomaria* (González *et al.*, 1971, 1973), que han continuado hasta los estudios más recientes de Dorta *et al.* (2002a,b). En la actualidad esta especie es considerada una de las algas pardas más tóxicas cuyos exudados provocan la muerte de los peces en los acuarios y que inhiben el crecimiento de otros organismos (algas e invertebrados) en sus proximidades (Littler *et al.*, 1986; Pereira & Da Gama, 2008). Sin embargo, algunas especies parecen mostrar indiferencia frente a estos metabolitos secundarios. Así, los talos de *S. zonale* constituyen el basófito de un diminuto rodófito, *Jania pumila* J.V.Lamouroux, que en Canarias crece exclusivamente sobre ella, y que fue estudiada de forma detallada por Villena-Balsa *et al.* (1987).

La contribución de *Styopodium zonale* al fitobentos de las islas Canarias parece ser relevante. Medina *et al.* (1996) la incluyeron como especie característica en estudios fitosociológicos de las comunidades de *Cystoseira abies-marina*. Los estudios de las comunidades bentónicas confirman que constituye un elemento constante en el fitobentos del sublitoral somero de la isla de la Palma (Sangil *et al.*, 2004a,b, 2005, 2006). Se trata de una especie que muestra una clara afinidad por los ambientes expuestos al oleaje de los fondos someros de las islas occidentales (Sangil *et al.*, 2011a,b, 2014), mientras que en las islas orientales su participación en el fitobentos es mucho más limitada (Reyes *et al.*, 2000; Sangil *et al.*, 2011b).

Styopodium es en la actualidad un género que es diferenciado de otros géneros de Dictyotaceae en base a la morfología vegetativa, puesto que la morfología reproductora todavía está parcialmente conocida. Carece de una característica exclusiva de manera que está

definido por presentar una combinación única de características morfológicas. Las ocho especies actualmente aceptadas en *Styopodium* se separan por caracteres morfológicos y ecológicos, y existe un cierto solapamiento en muchas de las características examinadas (**Tabla 5**) lo que hace compleja la identificación de las especies en aquellas localidades del Índico y Pacífico en las que se solapan las áreas de distribución. *S. zonale* es la especie que exhibe una distribución más amplia, habiendo sido citada para costas tropicales y subtropicales del Atlántico e Indo-Pacífico, mientras que *S. flabelliforme*, también con amplia distribución, está limitada a costas tropicales/subtropicales del Indo-Pacífico (Guiry & Guiry, 2015). El resto de las especies presentan distribuciones más restringidas bien en el Pacífico [*S. australasicum* (Zanardini) Allender & Kraft y *S. rabdoides* principalmente en Australia y Nueva Zelanda] o en el Índico [*S. multipartitum* (Suhr) P.C.Silva en Sudáfrica, *S. shameelii* M.Nizamuddin & K.Aisha en Pakistán] (Guiry & Guiry, 2015). *S. schimperi* está limitada a la Península de Sinaí y se ha introducido en el Mediterráneo y Canarias, mientras que la validez de *S. attenuatum* es incierta puesto que es conocida solo de su descripción original por Kützing (1849: 563) para el Mediterráneo y desde entonces no ha vuelto a ser citada ni es incluida en los catálogos recientes. Para varias de estas especies no se dispone de estudios morfológicos recientes, lo que constituye una importante dificultad para discutir las características distintivas de las especies. Son necesarios nuevos estudios morfológicos para establecer claramente las fronteras entre las especies, así como estudios moleculares que permitirían apoyar y validar las evidencias morfológicas. Estudios recientes en otras Dictyotales como *Lobophora*, género ampliamente citado en las costas tropicales y subtropicales de todos los océanos, han puesto de manifiesto la existencia de una elevada diversidad críptica, que ha permitido el reconocimiento de nuevas especies (Viera *et al.*, 2014).

Ante esta situación, la discusión de los resultados obtenidos debe realizarse con cierta precaución. Las características morfológicas encontradas en los especímenes de las islas Canarias concuerdan con los realizados previamente en localidades atlánticas (Taylor, 1960; Earle, 1969; Verlaque & Boudouresque, 1991; Littler & Littler, 2000; Dawes & Mathieson, 2008), pero existen marcadas diferencias con descripciones de material del océano Índico. En ejemplares de Pakistán, Nizamuddin & Perveen (1986) dan un número de estratos celulares máximo (10), inferior al de los especímenes atlánticos y muestran células corticales significativamente más grandes (20-23 μm de largo y 12-30 μm de ancho). Mientras que Abbas & Shameel (2014), también en ejemplares pakistaníes, dan un número máximo de

estratos celulares inferior (7), células corticales en visión superficial más cortas (10-20 μm de largo y 7,5-15 μm de ancho), células medulares (erróneamente señaladas como corticales) más grandes (25-75 μm de largo y 37,5-50 μm de ancho) y esporangios pequeños y estrechos (12,5-75 μm de largo y 20-42,5 μm de ancho). Este conjunto de características se acomoda mejor con *Stypopodium multipartitum*, tal como es descrito por Tronchin & De Clerck (2005). De acuerdo con Silva *et al.* (1996), basados en datos inéditos de Papenfuss, las citas de *S. zonale* al menos para Sudáfrica corresponden a *S. multipartitum*, y recomiendan la revisión crítica de las citas para el Índico. Son necesarios más estudios para aclarar este aspecto.

En relación con la fenología reproductora de Dictyotales, la proporción y distribución temporal de los gametófitos ha sido considerada generalmente como muy reducida (Phillips, 1988). La ausencia de gametófitos en las muestras examinadas en este estudio no es por lo tanto sorprendente. Montañés *et al.* (2006) mostraron que en poblaciones de *Zonaria tournefortii* de Tenerife, que el máximo porcentaje de individuos gametófitos se alcanzaba en otoño y era solo del 3,2% de los individuos de la población. Para *Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V.Lamouroux, Tronholm *et al.* (2008) encontraron también una dominancia en los esporófitos, pero en algunas estaciones del año, los gametófitos podían constituir hasta el 30% de las poblaciones. Por lo tanto, es evidente que para poder establecer y caracterizar adecuadamente los gametófitos de *S. zonale* sería necesario planificar un estudio que abarcara un ciclo anual. La ausencia de información sobre los gametófitos femeninos en el género *Stypopodium* constituye un atractivo más para llevar a cabo este estudio. La relación entre la formación y liberación de los gametos y el ciclo lunar, ampliamente documentada en diferentes especies de Dictyotales, debería ser examinada en *Stypopodium* ya que podría explicar la escasa detección de gametófitos en estas especies.

Tabla 5: Comparación de los caracteres morfológicos y ecológicos de distintas especies del género *Styopodium*. Se excluye *S. attenuatum* por la escasa información disponible.

Carácter	<i>S. australasicum</i>	<i>S. flabelliforme</i>	<i>S. multipartitum</i>	<i>S. rabdoides</i>	<i>S. schimperi</i>	<i>S. shameelii</i>	<i>S. zonale</i>
Hábito							
General	Erecto	Parcialmente postrado	Erecto	Postrado	Erecto	Erecto	Erecto
Largo máx. (cm)	8	19	30		30	60	40
Iridiscencia	Verde-azulada	Verde-azulada	Verde-azulada	—	Verde-azulada	Sin datos	Ausente
Textura	Lisa	Lisa	Lisa	—	Lisa	Rugosa	Lisa
Estipe	Presente	Ausente	Presente	—	Presente	Presente	Presente
Fijación	Disco rizoidal	Grupos rizoides en superficie ventral	Disco rizoidal	Grupos rizoides en superficie ventral	Disco rizoidal	Disco rizoidal	Disco rizoidal
Estratos celulares							
Córtex	1	1 (2)	1	1	1 (2-3)	1 (2)	1
Médula	4	4-8	4-6 (9)	—	7-9 (10)	8-10	8-10 (13)
Esporangios							
Desarrollo	Pedicelados	Pedicelados	Sésiles	Pedicelados	Pedicelados	Sésiles o pedicelados	Sésiles
Disposición	Soros dispersos	Soros dispersos	Soros dispersos	—	Aislados o en soros difusos	Soros dispersos o en líneas	Soros dispersos
Hábitat							
Dist. vertical	Sublitoral	Charcos eulitoral y submareal	Charcos eulitoral y submareal	Sublitoral	Sublitoral somero	Circalitoral	Charcos eulitoral, submareal y circalitoral
Distribución							
	Australia y Nueva Zelanda (Pacífico)	Indo-Pacífico	Sudáfrica y Mozambique (Índico)	Islas de Lord Howe y Norfolk (Pacífico)	Península de Sinaí (Índico) [Introducido en el Mediterráneo]	Pakistán (Índico)	Atlántico e Indo-Pacífico
Referencias							
	N'Yeurt & Payri 2006	Weber-van Bosse 1913 Abbott & Huisman 2004 Coopejans <i>et al.</i> 1995	Tronchin & De Clerck 2005	Nizamuddin & Aisha 1996	Mayhoub & Billard 1991 [como <i>S. zonale</i>]; Verlaque & Boudouresque 1991 Cormaci <i>et al.</i> 2012	Nizamuddin & Aisha 1996; Abbas & Shameel 2013	Este estudio Verlaque & Boudouresque 1991

Conclusiones

- La presencia de *Stypopodium zonale* en Canarias se conoce desde principios del siglo XVIII (C. Agardh, 1824), y se ha documentado su presencia en todas las islas, constituyendo un elemento relativamente frecuente en el fitobentos de las costas rocosas, tanto en charcos del eulitoral inferior como en el sublitoral somero, alcanzando incluso el circalitoral, con una profundidad record de 96 m, en el estrecho de la Bocaina entre Lanzarote y Fuerteventura.
- *Stypopodium zonale* se caracteriza por sus talos erectos, inicialmente membranosos y ampliamente flabelados de color pardo amarillento, pero progresivamente profundamente divididos y lacerados hasta ejes acintados o cuneiformes, y con filas concéntricas de pelos de feofíceas. El crecimiento es marginal y la estructura parenquimatosa con un córtex uniestratificado y una médula que puede alcanzar hasta 13 estratos. Los esporangios se originan a ambos lados del talo, dispuestos laxamente o reunidos en soros. No se observaron estructuras reproductoras masculinas ni femeninas.
- Los ejemplares estudiados concuerdan bien con las descripciones previamente publicadas por Sauvageau (1905) y Verlaque & Boudouresque (1991) basadas en ejemplares de Canarias, y las de Taylor (1960), Earle (1969), Littler & Littler (2000) y Dawes & Mathieson (2008) para localidades del Atlántico Occidental. Sin embargo, no concuerdan con las realizadas por Nizamuddin & Perveen (1986) y Abbas & Shameel (2014) para el Océano Índico, que aparentemente podrían corresponder a identificaciones erróneas de *Stypopodium multipartitum*.
- No se detectaron gametofitos fértiles durante la realización del estudio, pero Sauvageau (1905) sí reconoció talos masculinos con anteridios en ejemplares recolectados durante el invierno en Tenerife. Dada la baja proporción de gametofitos que suelen presentar las poblaciones de Dictyotales, para caracterizar los gametofitos de *Stypopodium zonale* sería necesario planificar un estudio que con muestreos mensuales abarcara un ciclo anual, considerando también el ciclo lunar. Esto permitiría describir por primera vez los gametofitos femeninos (oogonios) en el género *Stypopodium*, hasta ahora desconocidos.
- Se necesitan nuevas investigaciones en el género *Stypopodium* porque varias especies son morfológicamente similares, y la identificación presenta dificultades en los lugares en los que se solapan sus áreas de distribución. Futuros estudios morfológicos y moleculares permitirían definir congruentemente las fronteras entre las especies.

Conclusions

- The presence of *Styopodium zonale* in Canary is known from early XVIII century (C. Agardh, 1824), and its occurrence has been documented in all the Canary Islands, being a relatively frequent element in the algal assemblages of rocky shores, from the lower eulittoral tide pools to the shallow sublittoral, even up to circalittoral, with a record depth of 96 m at the strait of Bocaina, between Lanzarote and Fuerteventura.
- *Styopodium zonale* is characterized by its erect yellowish-brown thallus, initially membranaceous and broadly flabellate, but progressively deeply divided and lacerated into cuneate or strap-shaped segments, with concentric lines of phaeophycean hairs. The species presents growth by a line of marginal cells and a parenchymatous structure, with a single-layered cortex and up to 13 layers of medullary cells. Sporangia originated in both sides of the blade, wide-spread or gathered in sori. Female or male reproductive structures were not observed.
- The studied specimens are in accordance with the descriptions previously published by Sauvageau (1905) and Verlaque & Boudouresque (1991) based on Canarian specimens and those by Taylor (1960), Earle (1969), Littler & Littler (2000) and Dawes & Mathieson (2008) from Western Atlantic localities. However, they disagree with the descriptions made by Nizamuddin & Perveen (1986) and Abbas & Shameel (2014) from the Indian Ocean, which apparently could be misidentifications of *Styopodium multipartitum*.
- Fertile gametophytes weren't detected during this study, but Sauvageau (1905) found male thallus with anteridia in samples collected during winter in Tenerife. Given the low proportion of gametophytes in the Dictyotales populations, the finding of *Styopodium zonale* gametophytes would require a study design with monthly samplings covering an annual cycle, and considering lunar cycle too. This would allow first time description of female gametophytes and oogonia in the *Styopodium* genus, yet unknown.
- New investigations would be needed in *Styopodium* genus because some species are morphologically similar, and identification task is difficult in places where distribution areas are overlapped. Future morphological and molecular studies will allow us to define congruently the boundaries between species.

Bibliografía:

- Abbas, A. & Shameel, M. (2013). Morpho-anatomical studies of *Styopodium shameelii* (Phaeophycota) from the coast of Karachi, Pakistan. *FUUAST Journal of Biology*, 3(2), 69–71.
- Abbas, A. & Shameel, M. (2014). Morpho-anatomy of *Styopodium zonale* (Phaeophycota) from the coast of Karachi, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 46(4), 1495–1499.
- Abbott, I. A. & Huisman, J. M. (2004). *Marine green and brown algae of the Hawaiian Islands*, 259pp. Bishop Museum Press.
- Afonso-Carrillo, J. & Gil-Rodríguez, M. C. (1980). Datos para la flora marina de la isla de Fuerteventura. *Vieraea*, 10(1), 147–170.
- Afonso-Carrillo, J., Gil-Rodríguez, M. C., Haroun, R. J., Villena-Balsa, M. & Wildpret, W. (1984). Adiciones y correcciones al catálogo de las algas marinas bentónicas para el Archipiélago Canario. *Vieraea*, 13, 27–49.
- Afonso-Carrillo, J. & Sansón, M. (1999). *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las islas Canarias: Clave analítica*, 254pp. La Laguna: SPULL.
- Agardh, C. (1824). *Systema Algarum*, 312pp. (Literis Berlingianis [Berling]). Lundae [Lund].
- Alassali, A., Cybulska, I., Alkhorri, R., Brudecki, G. P. & Thomsen, M. (2013). Methods for upstream extraction and chemical characterization of secondary metabolites from algae biomass – a mini review (p. 20). Presented at the 4th Global Conference on Renewable and Energy Efficiency for Desert Regions and Exhibition (GCREEDER), University of Jordan.
- Ank, G., Da Gama, B. A. P. & Pereira, R. C. (2013). Polyphenols from *Styopodium zonale* (Phaeophyceae): Intrapopulation variation, induction by simulated herbivory, and epibiosis effects. *Aquatic Botany*, 111, 125–129.
- Audiffred, P. A. J. (1985). Marine algae of El Hierro (Canary Islands). *Vieraea*, 14, 157–183.
- Ballesteros, E. (1993). Algunas observaciones sobre las comunidades de algas profundas en Lanzarote y Fuerteventura (Islas Canarias). *Vieraea*, 22, 17–27.
- Biber, P. (ca. 1991). *Strategies against generalist herbivores in marine macroalgae* (Honors Essay). The University of Southern Mississippi, USA.
- Bittner, L., Payri, C. E., Couloux, A., Cruaud, C., 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(1), 211–226.
- Børjesen, F. C. E. (1926). Marine algae from the Canary Islands especially from Teneriffe and Gran Canaria II. Phaeophyceae. *Det Kgl. Videnskabernes Selskab Biologiske Meddelelser*, 6(2), 1–112.
- Boudouresque, C. F. & Verlaque, M. (2002). Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Marine Pollution Bulletin*, 44(1), 32–38.
- Chapman, V. J. & Chapman, D. J. (1980). *Seaweeds and their uses*, 334pp. London: Chapman and Hall.
- Coppejans, E., De Clerck, O. & Van den Heede, C. (1995). Annotated and illustrated survey of the marine macroalgae from Motupore Island and vicinity (Port Moresby area, Papua New Guinea). II. Phaeophyta. *Belgian Journal of Botany*, 128(2), 176–197.
- Cormaci, M., Furnari, G., Catra, M., Alongi, G. & Giaccone, G. (2012). Flora marina bentónica del Mediterráneo: Phaeophyceae. *Bollettino dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania*, 45(375), 1–508.
- Cruz-Reyes, A., Parente, M. L., Aldanondo-Aristizabal, N., Gil-Rodríguez, M. C. & Moreira-Reyes, A. (2003). Resultados de la expedición Macaronesia 2000: flora y vegetación bentónica del Parque Natural del archipiélago Chinijo (Islas Canarias). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 15(3), 257–278.
- Dawes, C. J. & Mathieson, A. C. (2008). *The Seaweeds of Florida*, 591pp. Florida: University Press of Florida.
- Dayton, P. K. (1985). Ecology of kelp communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 215–245.
- De Clerck, O., Leliaert, F., Verbruggen, H., Lane, C. E., Paula, J. C. D., Payo, D. A. & Coppejans, E. (2006). A revised classification of the Dictyoteae (Dictyotales, Phaeophyceae) based on rbcL and 26S ribosomal DNA sequence analyses I. *Journal of Phycology*, 42(6), 1271–1288.
- Del Val, A. G., Platas, G., Basilio, A., Cabello, A., Gorrochategui, J., Suay, I., ... & Peláez, F. (2001). Screening of antimicrobial activities in red, green and brown macroalgae from Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *International Microbiology*, 4, 35–40.
- De Rosa, S. & Tommonaro, G. (2012). Bioactive marine prenylated quinones/quinols. En Atta-ur-Rahman (Ed.), *Studies in natural products chemistry: Bioactive natural products* (Vol. 36, pp. 163–211). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Díaz-Pulido, G. & Garzón-Ferreira, J. (2002). Seasonality in algal assemblages on upwelling-influenced coral reefs in the Colombian Caribbean. *Botanica Marina*, 45(3), 284–292.
- Dorta, E., Cueto, M., Brito, I. & Darias, J. (2002a). New Terpenoids from the brown alga *Styopodium zonale*. *Journal of Natural Products*, 65(11), 1727–1730.

- Dorta, E., Cueto, M., Diaz-Marrero, A. R. & Darias, J. (2002b). Stypolactone, an interesting diterpenoid from the brown alga *Stypopodium zonale*. *Tetrahedron Letters*, 43, 9043–9046.
- Earle, S. A. (1969). Phaeophyta of the eastern Gulf of Mexico. *Phycologia*, 7(2), 71–254.
- España. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. *Boletín Oficial del Estado*, 3 de agosto de 2013, núm. 185, pp. 56764-56786.
- Gaillard, J. (1972). Quelques remarques sur le cycle reproducteur des Dictyotales et sur ses variations. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 119(sup1), 145–150.
- Gammone, M. A., Gemello, E., Riccioni, G. & D’Orazio, N. (2014). Marine Bioactives and Potential Application in Sports. *Marine Drugs*, 12(5), 2357–2382.
- Gerwick, W. H. & Fenical, W. (1981). Ichthyotoxic and cytotoxic metabolites of the tropical brown alga *Stypopodium zonale* (Lamouroux) Papenfuss. *The Journal of Organic Chemistry*, 46(1), 22–27.
- Gil, B., Ferrándiz, M. L., Sanz, M. J., Terencio, M. C., Ubeda, A., Roviroso, J., ... & Payá, M. (1995). Inhibition of inflammatory responses by epitaondiol and other marine natural products. *Life Sciences*, 57(2), PL25–PL30.
- Gil-Rodríguez, M. C. & Afonso-Carrillo, J. (1980). *Catálogo de las algas marinas bentónicas (Cyanophyta, Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta) para el Archipiélago Canario*, 65pp. Santa Cruz de Tenerife: Aula de cultura de Tenerife.
- Gil-Rodríguez, M. C., Haroun, R., Ojeda, A., Berecibar, E., Domínguez, P. & Herrera, B. (2003). Protoctista. En L. Moro, J. L. Martín, M. J. Garrido & I. Izquierdo (Eds.), *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales)*, 248pp. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.
- González, A. G., Darias, J. & Martín, J. D. (1971). Taondiol, a new component from *Taonia atomaria*. *Tetrahedron Letters*, 12(29), 2729–2732.
- González, A. G., Darias, J., Martín, J. D. & Pascual, C. (1973). Marine natural products of the Atlantic zone—V: The structure and chemistry of taondiol and related compounds. *Tetrahedron*, 29(11), 1605–1609.
- Greville, R. K. (1830). *Algae britannicae, or descriptions of the marine and other inarticulated Plants of the British Islands, Belonging to the order Algae: with plates illustrative of the genera*, 364pp. Edinburgh: MacLachlan & Stewart.
- Guiry, M. (2001). Plants. En M. J. Costello, C. Emblow, & R. White (Eds.), *European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification*. pp. 20–39. Paris: Muséum National d’Histoire Naturelle.
- Guiry, M. D. & Guiry, G. M. (2015). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. Consultado el 30 de junio de 2015.
- Haroun, R. J., Gil-Rodríguez, M. C., Castro, J. & Prud’homme van Reine, W. F. (2002). A checklist of the marine plants from the Canary Islands (Central Eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina*, 45(2), 139–169.
- Hay, M. E. & Fenical, W. (1988). Marine plant-herbivore interactions: the ecology of chemical defense. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 111–145.
- Hay, M. E., Fenical, W. & Gustafson, K. (1987). Chemical defense against diverse coral-reef herbivores. *Ecology*, 68(6), 1581–1591.
- Kraft, G. T. (2009). *Algae of Australia: Marine Benthic Algae of Lord Howe Island and the Southern Great Barrier Reef, 2. Brown Algae*, [vi] 364pp. Canberra: Australian Biological Resources Study (*non vidi*, citada en Guiry & Guiry, 2015).
- Kützing, F. T. (1843). *Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange. Mit 80 farbig gedruckten Tafeln, gezeichnet und gravirt vom Verfasser*, 458pp. Lipsiae [Leipzig]: F.A. Brockhaus.
- Kützing, F. T. (1849). *Species algarum*, 922pp. Lipsiae [Leipzig]: F.A. Brockhaus.
- Kützing, F. T. (1857). *Tabulae phycologicae; oder, Abbildungen der Tange* (Vol. 9), 42pp. Nordhausen: Gedruckt auf kosten des verfassers (in commission bei W. Köhne).
- Lamouroux, J. V. F. (1805). *Dissertations sur plusieurs espèces de Fucus, peu connues ou nouvelles: avec leur description en latin et en français*, 85pp. Paris: Imprimerie de Raymond Noubel.
- Lamouroux, J. V. F. (1809). Exposition des caractères du genre Dictyota, et tableau des espèces qu’il renferme. *Journal de Botanique (Desvaux)*, 2, 38–44.
- Littler, D. S. & Littler, M. M. (2000). *Caribbean Reef Plants*, 542pp. Washington D. C.: OffShore Graphics.
- Littler, D. S., Littler, M. M., Bucher, K. E. & Norris, J. N. (1989). *Marine plants of the Caribbean; a field guide from Florida to Brazil*, 270pp. Washington D. C.: Smithsonian Institution Press.
- Littler, M. M., Taylor, P. R. & Littler, D. S. (1986). Plant defense associations in the marine environment. *Coral Reefs*, 5(2), 63–71.
- Mayhoub, H. & Billard, C. (1991). Contribution à la connaissance d’un *Stypopodium* (Dictyotales, Phaeophyceae) installé récemment sur les côtes syriennes. *Cryptogamie, Algologie*, 12(2), 125–136.

- Medina, M., Haroun, R. J. & Wildpret, W. (1995). Phytosociological study of the *Cystoseira abies-marina* (Gmelin) C. Agardh (Cystoseiraceae, Phaeophyceae) community in the Canarian Archipelago. *Boletim Do Museu Municipal Do Funchal*, 4, 433–440.
- Mendes, G., Soares, A. R., Sigiliano, L., Machado, F., Kaiser, C., Romeiro, N., ... & Romanos, M. T. V. (2011). In vitro anti-HMPV activity of meroditerpenoids from marine alga *Styopodium zonale* (Dictyotales). *Molecules*, 16(10), 8437–8450.
- Montagne, J. F. C. (1840). Plantae cellulares. En P. B. Webb & S. Berthelot, *Histoire Naturelle des Iles Canaries* (Vol. 2, p. [I–XI] 208). París: Sec. ult.
- Montañés, M. Á., Sansón, M. & Reyes, J. (2006). Vegetative and reproductive phenology of *Zonaria tournefortii* (Dictyotales, Phaeophyceae) in sublittoral populations off the Canary Islands. *Botanica Marina*, 49(5/6), 406–416.
- Nizamuddin, M. & Aisha, K. (1996). Emendation to the genus *Styopodium* Kütz., and its new species from the coast of Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 28, 127–142.
- Nizamuddin, M. & Godeh, M. (1989). *Styopodium tubrugense* (Phaeophyta, Dictyotales), a new species from the Mediterranean Sea. *Willdenowia*, 18, 603–608.
- Nizamuddin, M. & Perveen, S. (1986). Taxonomic studies on some members of Dictyotales (Phaeophyta) from the coast of Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 18(1), 123–135.
- N'Yeurt, A. D. & Payri, C. E. (2006). Marine algal flora of French Polynesia. I. Phaeophyceae (Ochrophyta, brown algae). *Cryptogamie. Algologie*, 27(2), 111–152.
- Papenfuss, G. F. (1940). Notes on South African marine algae. I. *Botaniska Notiser*, 200–226.
- Paula, J. C. D., Vallim, M. A. & Teixeira, V. L. (2011). What are and where are the bioactive terpenoids metabolites from Dictyotaceae (Phaeophyceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21(2), 216–228.
- Penicooke, N., Walford, K., Badal, S., Delgoda, R., Williams, L. A. D., Joseph-Nathan, P., ... & Gallimore, W. (2013). Antiproliferative activity and absolute configuration of zonaquinone acetate from the Jamaican alga *Styopodium zonale*. *Phytochemistry*, 87, 96–101.
- Pereira, R. C. & Da Gama, B. A. P. (2008). Macroalgal chemical defenses and their roles in structuring tropical marine communities. In C. D. Amsler (Ed.), *Algal chemical ecology*. pp. 25–55. Berlin: Springer.
- Phillips, J. A. (1988). Reproduction in southern Australian species of the Dictyotales (Phaeophyta). *Botanica Marina*, 31(5), 437–446.
- Poiret, (1812). *Encyclopédie méthodique. Botanique. Supplément 2(2)*. pp. 385-876. Paris: Chez Panckoucke.
- Prud'homme van Reine, W. F. (1998). Seaweeds and biogeography in the Macaronesian region. *Boletim Do Museu Municipal do Funchal*, 5, 307–331.
- Reddy, P. (2009). *Studies in marine natural products* (Tesis de Master). Royal Melbourne Institute of Technology, Australia.
- Reyes, J., Ocaña, O., Sansón, M. & Brito, A. (2000). Descripción de comunidades bentónicas infralitorales en la Reserva Marina de La Graciosa e islotes del Norte de Lanzarote (islas Canarias). *Vieraea*, 28, 137–154.
- Reyes, J., Sansón, M. & Afonso-Carrillo, J. (2005). Flora y vegetación marina, algas y sebas. En O. Rodríguez (coord.) *Patrimonio Natural de la isla de Fuerteventura* (pp. 117–140). Canarias: Gobierno de Canarias.
- Rocha, F. D., Soares, A. R., Houghton, P. J., Pereira, R. C., Kaplan, M. A. C. & Teixeira, V. L. (2007). Potential cytotoxic activity of some Brazilian seaweeds on human melanoma cells. *Phytotherapy Research*, 21(2), 170–175.
- Sampli, P., Tsitsimpikou, C., Vagias, C., Harvala, C. & Roussis, V. (2000). Schimperiol, a new meroterpenoid from the brown alga *Styopodium schimperi*. *Natural Product Letters*, 14(5), 365–372.
- Sangil, C. (2003). *Algas marinas de La Palma (Islas Canarias): Biodiversidad y distribución vertical* (Tesis de Licenciatura). Universidad de La Laguna, Canarias.
- Sangil, C., Sansón, M. & Afonso-Carrillo, J. (2004a). Zonación del fitobentos en el litoral nordeste y este de La Palma (Islas Canarias). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 15(3-4), 279–300.
- Sangil, C., Afonso-Carrillo, J. & Sansón, M. (2004b). Zonación del fitobentos en el litoral sureste y adiciones a la flora marina de La Palma (islas Canarias). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 15(3-4), 301–319.
- Sangil, C., Afonso-Carrillo, J. & Sansón, M. (2005). Zonación del fitobentos en el litoral noroeste de La Palma (islas Canarias). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 16(4), 75–90.
- Sangil, C., Sansón, M. & Afonso-Carrillo, J. (2006). Zonación del fitobentos en el litoral norte de La Palma (islas Canarias). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 17(4), 151–165.
- Sangil, C., Sansón, M. & Afonso-Carrillo, J. (2011a). La vegetación sublittoral de sustratos rocosos en El Hierro (islas Canarias): relación entre variables ambientales y estructura de las comunidades de macroalgas. *Vieraea*, 39, 167–182.
- Sangil, C., Sansón, M. & Afonso-Carrillo, J. (2011b). Comunidades de macroalgas en ambientes rocosos sublitorales de Lanzarote y archipiélago Chinijo (islas Canarias). *Vieraea*, 39, 183–201.

- Sangil, C., Sansón, M. & Afonso-Carrillo, J. (2011c). Spatial variation patterns of subtidal seaweed assemblages along a subtropical oceanic archipelago: Thermal gradient vs herbivore pressure. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 94(4), 322–333.
- Sangil, C., Sansón, M., Clemente, S., Afonso-Carrillo, J. & Hernández, J. C. (2014). Contrasting the species abundance, species density and diversity of seaweed assemblages in alternative states: Urchin density as a driver of biotic homogenization. *Journal of Sea Research*, 85, 92–103.
- Sansón, M., Reyes, J., Afonso-Carrillo, J. & Muñoz, E. (2002). Sublittoral and deep-water red and brown algae new from the Canary Islands. *Botanica Marina*, 45(1), 35–49.
- Sansón, M., Reyes, J. & Muñoz, E. (2009). Evolución del paisaje litoral y de la biodiversidad marina en Playa de San Marcos (Tenerife, islas Canarias): desde los años 60 hasta la actualidad. *Vieraea*, 37, 41–63.
- Sauvageau, C. (1905). Observations sur quelques Dictyotacées et sur un Aglaazonia nouveau. *Bulletin Station Biologique d'Arcachon*, 8, 1–16.
- Schiel, D. R. & Foster, M. S. (1986). The structure of subtidal algal stands in temperate waters. En H. Barnes (Ed.), *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* (Vol. 24). pp. 256–307. Aberdeen: Aberdeen University Press.
- Silberfeld, T., Rousseau, F. & Reviere, B. de. (2014). An updated classification of brown algae (Ochrophyta, Phaeophyceae). *Cryptogamie, Algologie*, 35(2), 117–156.
- Silva, P. C., Basson, P. W. & Moe, R. L. (1996). *Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean* (Vol. 79). 1280pp. California: University of California Press.
- Soares, A. R., Abrantes, J. L., Souza, T. M. L., Fontes, C. F. L., Pereira, R. C., De Palmer, I. C. & Teixeira, V. L. (2007). In vitro antiviral effect of meroditerpenes isolated from the Brazilian seaweed *Styopodium zonale* (Dictyotales). *Planta Medica*, 73(11), 1221.
- Taylor, W. R. (1960). *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas*, 870 pp. Michigan: University of Michigan Press.
- Tronchin, E. M. & De Clerck, O. (2005). Brown algae (Phaeophyceae). En O. De Clerck, J. Bolton, R. Anderson, & E. Coppejans (Eds.), *Guide to the Seaweeds of Kwazulu-Natal. Scripta Botanica Belgica*. pp. 95–129. Belgium: National Botanic Garden.
- 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(2), 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(2), 132–144.
- Tsuda, R. T. & Abbott, I. A. (1985). Collecting, handling, preservation and logistics. En M. M. Littler & D. S. Littler (Eds.), *Handbook of Phycological Methods. Ecological Field Methods: Macroalgae* (pp. 67–86). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Velarque, M. & Boudouresque, C. F. (1991). *Styopodium schimperi* (Buchinger ex Kützing) Velarque et Boudouresque comb. nov. (Dictyotales, Fucophyceae), algue de mer Rouge récemment apparu en Méditerranée. *Cryptogamie, Algologie*, 12(3), 195–211.
- Vickers, A. (1896). Contribution a la flore algologique des Canaries. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, 4, 293–306.
- 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(6), 1101–1119.
- Villena-Balsa, M., Afonso-Carrillo, J. & Wildpret, W. (1987). Morfología, estructura y reproducción de una especie epífita del género *Jania* (Corallinaceae, Rhodophyta) de las Islas Canarias. *Vieraea*, (17), 19–42.
- Weber-van Bosse, A. (1913). *Liste de algues du Siboga. I. Myxophyceae, Chlorophyceae, Phaeophyceae avec le concours de M. Th. Reinbold* (Vol. 59a), 186pp. Leide: E. J. Brill.
- Wessels, M., König, G. M. & Wright, A. D. (1999). A new tyrosine kinase inhibitor from the marine brown alga *Styopodium zonale*. *Journal of Natural Products*, 62(6), 927–930.
- Womersley, H. B. S. (1987). *The marine benthic flora of Southern Australia. Pt. II*, 481pp. Adelaide: South Australian Government Printing Division.