

Cómo citar este artículo:

José Carlos García-Gómez *et al.* “*Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) I.K. Hwang, W. J. Lee & H.S. Kim (Dictyotales, ochrophyta), alga exótica “explosiva” en el estrecho de Gibraltar. Observaciones preliminares de su distribución e impacto”. *Almoraima. Revista de Estudios Campogibraltareses*, 49, diciembre 2018. Algeciras. Instituto de Estudios Campogibraltareses, pp. 97-113.

Recibido: septiembre de 2017

Aceptado: octubre de 2017

RUGULOPTERYX OKAMURAE (E. Y. DAWSON) I.K. HWANG, W. J. LEE & H.S. KIM (DICTYOTALES, OCHROPHYTA), ALGA EXÓTICA “EXPLOSIVA” EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR. OBSERVACIONES PRELIMINARES DE SU DISTRIBUCIÓN E IMPACTO

José Carlos García-Gómez¹ / Juan Sempere-Valverde¹ / Enrique Ostalé-Valriberas¹ / Manuel Martínez² / Liliana Olaya-Ponzone¹ / Alexandre Roi González¹ / Free Espinosa¹ / Emilio Sánchez-Moyano¹ / César Megina¹ / Juan Antonio Parada²

1 Laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Sevilla (LBMUS)

2 Club de buceo CIES-ALGECIRAS

RESUMEN

Durante los últimos dos años, el alga exótica *Rugulopteryx okamurae* se ha expandido de forma muy agresiva sobre fondos rocosos iluminados del submareal en zonas del estrecho de Gibraltar, produciendo graves impactos sobre las comunidades bentónicas preestablecidas, la acumulación de miles de toneladas de algas de arribazón y problemas de enganches en redes de pescadores. En el presente estudio se describe la morfología y ciclo de vida de esta especie con el fin de facilitar su identificación *in-situ*, así como características ecológicas –tales como su euritermia o la alta concentración de compuestos alelopáticos en sus tejidos- que podrían explicar su comportamiento expansivo. Actualmente, la distribución de esta especie se encuentra restringida al enclave geográfico del Estrecho, lo cual no ha parecido limitar su comportamiento invasor y superioridad competitiva frente a la biota local. Adicionalmente, la acumulación y descomposición de biomasa en el intermareal y zonas someras podría estar causando impactos indirectos sobre los ecosistemas costeros. Aunque de momento *Rugulopteryx okamurae* no es considerada formalmente como especie invasora, los resultados provisionales expuestos en este trabajo la postulan como tal.

Palabras clave: estrecho de Gibraltar, impacto ecológico; especie invasora, algas de arribazón; *Rugulopteryx okamurae*

ABSTRACT

Exotic species *Rugulopteryx okamurae* has expanded massively on subtidal illuminated marine hard-bottoms within the strait of Gibraltar in the past two years, producing serious impacts over the benthic communities previously established, accumulation of hundreds of tons of seaweed in nearby beaches and wrack zones and hooks on fishing nets. In this study, morphology and lifecycle of this species is described in order to facilitate *in-situ* identification. Also, ecological characteristics as its euthermy and allelopathy - which may be highly responsible of its invasive behaviour within the Strait and high competitiveness over other native and invasive species - and epibiosis are described. Actually, this species distribution is restricted to the limits of the Strait, which has not limited its invasive behaviour within this area, due to its competitive superiority against local biota. In addition, the accumulation and decomposition of detached biomass nearshore may be causing indirect impacts on coastal ecosystems. Despite *Rugulopteryx okamurae* is not yet considered as an invasive species, provisional results formally postulate it as such.

Keywords: Gibraltar Strait, ecological impact, invasive species; seaweed wrack, *Rugulopteryx okamurae*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Rugulopteryx okamurae (Dictyotales, Ochrophyta), originaria del pacífico noroccidental (Huang, 1994), fue identificada y citada por primera vez en el estrecho de Gibraltar (Ceuta y Tarifa) a partir de material de arribazón (Altamirano *et al.*, 2016), constituyendo la primera cita para el Atlántico y para España. Previamente en el Mediterráneo, fue citada por Verlaque (2009) en la costa mediterránea francesa, probablemente introducida con la ostra japonesa *Crassostrea gigas* en la laguna costera de Thau. Se desconoce la vía de entrada de *Rugulopteryx okamurae* en el Estrecho, aunque su establecimiento en el estrecho de Gibraltar no se ha producido con moderación y lucha sostenida por el espacio con la biota local, sino de manera expansiva y desbordante generando un impacto visual y ecológico sin precedentes en el mencionado enclave geográfico (Lámina 1-B, C, D y E), lo cual podría tener relación con condiciones muy favorables de temperatura (REDIAM, 2017). De hecho, sólo en un año tras ser citada por primera vez en el Estrecho el otoño de 2015 en Ceuta, las máquinas de limpieza de playas de la esta ciudad retiraron más de 5000 toneladas de material de arribazón (Ocaña *et al.*, 2016).

Aunque su carácter invasor parece evidente en las costas del Estrecho, deben realizarse estudios más minuciosos, especialmente de expansión de su distribución local y de mantenimiento de las densidades y coberturas observadas en la actualidad, antes de elevar una propuesta formal de inclusión en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (Real Decreto 630, 2013).

1.2. Posición taxonómica y sinonimias

Reino Chromista; Phylum Ochrophyta; Clase Phaeophyceae; Subclase Dictyotophycidae; Orden Dictyotales; Familia Dictyotaceae, Tribu Dictyoteae.

Sinonimias: *Dictyota okamurae* (E.Y. Dawson) Hörnig, R.Schnetter & Prud'homme van Reine 1993; *Dictyota marginata* Okamura 1913; *Dilophus marginatus* (Okamura) Okamura 1915; *Dilophus okamurae* E.Y.Dawson 1950.

1.3. Caracterización taxonómica y morfología del talo

La familia Dictyotaceae está subdividida en dos tribus: Dictyoteae y Zonarieae en base al número de células meristemáticas en los ápices del fronde. Zonarieae presenta una fila de pequeñas células mientras que Dictyoteae presenta una sola célula apical, de forma lenticular y orientación transversal (De Clerck *et al.*, 2006). En la tribu Dictyoteae, la distinción de los géneros *Dictyota* y *Dilophus* ha sido muy problemática. *Dilophus* fue propuesto por J. Agardh (1882), diferenciándose de *Dictyota* en el número capas de la médula: unicelular en *Dictyota* —raramente bicapa en la base del talo— y multicelular en *Dilophus* —al menos en la base del talo—. Sin embargo, Hörnig *et al.*, 1992 demostró experimentalmente que el número de células de la médula puede ser alterado en cultivo y finalmente De Clerck *et al.*, (2006) propone una nueva clasificación en base a relaciones de secuencias ribosomales y plastídicas de especies de la tribu *Dictyotae* y propone dos nuevos géneros: *Canistrocarpus* y *Rugulopteryx*, incluyendo en *Dictyota* especies con una y varias capas medulares y proponiendo las estructuras reproductivas como los caracteres más importantes para el diagnóstico a nivel de género. Finalmente son Hwang *et al.*, 2009 quienes proponen la inclusión de *Dilophus okamurae* en el género *Rugulopteryx* en base a sus estructuras reproductivas y análisis filogenéticos basados en secuencias LSU-rDNA, rbcL y psbA (Hwang *et al.*, 2009). Por tanto, la característica morfológica más fiable para diferenciar los géneros *Dictyota* y *Rugulopteryx* sería el número de células basales del esporangio -una en *Dictyota* y dos en *Rugulopteryx* (De Clerck *et al.*, 2006; Hwang *et al.*, 2009).

A nivel macroscópico, los individuos de *Rugulopteryx okamurae* presentan un talo de 10 - 20 cm de altura, membranoso y erecto. Las frondes, de ramificación dicótoma, crecen de forma flabelada y en grupos tupidos. Asimismo, presenta una alta variación morfológica, habiéndose descrito dos morfotipos principales y uno intermedio (Sun *et al.*, 2006):

- Grueso: Siempre esporofito. Suelen presentarse en amplios racimos lisos, de color marrón oscuro bajo el agua. El talo mide 5 – 10 mm de anchura y 120 – 180 μ m de grosor. Médula multicapa en los márgenes del talo. Este morfotipo fue descrito originalmente por Okamura (1913).
- Fino: Esporofito o gametofito. Presenta un talo estrecho, ligeramente espiral, muy ramificado y de color marrón iridiscente bajo el agua. Las dimensiones del talo son 2 – 4 cm de anchura y menos de 100 μ m de grosor. Médula unicelular. Siempre epífitas sobre algas rojas, calcáreas o no.
- Intermedio: La parte basal del talo presenta las características del morfotipo grueso y la apical del fino.

A pesar de que los tres morfotipos suelen coexistir, su abundancia relativa suele estar relacionada con las condiciones ambientales. Sun *et al.*, 2006 describe el morfotipo Grueso en aguas cálidas (20-25 °C) durante los meses estivales, el Fino en aguas frías (<20 °C) en invierno y el intermedio durante las épocas de transición en primavera y otoño.

1.4. Identificación *in-situ* y posible confusión con la flora local

Los frondes gruesos –morfotipo Grueso– de *Rugulopteryx okamurae* son los que presentan menor posibilidad de confusión para su identificación *in situ*. Las características principales que llevarían a identificar de manera preliminar un espécimen de *Rugulopteryx okamurae* son: A) La ramificación dicótoma no isomorfa en la que una de las ramificaciones suele ser mayor que la otra (Figura 1-A1) y que podría llevar a confundirla con la especie caribeña de ramificación alterna *Dictyota pinnatifida* (Verlaque *et al.*, 2009; Ocaña *et al.*, 2016); y B) Su margen apical suele ser obtuso, encontrándose el meristemo ligeramente hendido en el ápice del talo (Figura 1-A2; Verlaque *et al.*, 2009).

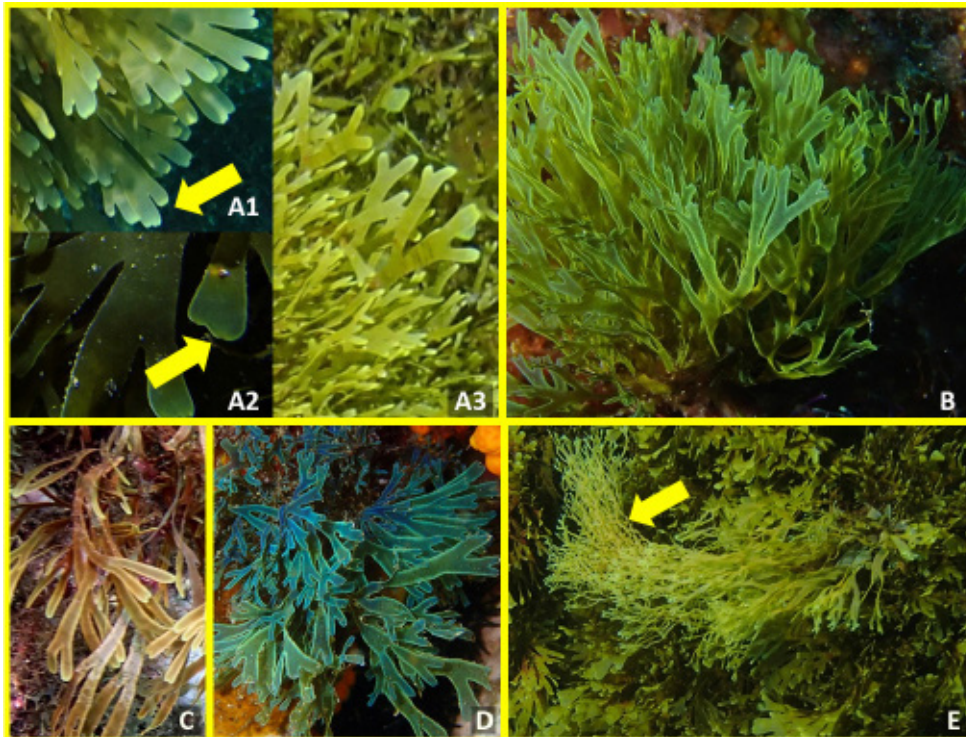


Figura 1. A: *Rugulopteryx okamurae*, B: *Dictyota dichotoma*, C: *Dictyota spiralis*,
D: *Dictyota cyanoloma*, E: *Dictyota fasciola*.

En el caso del morfotipo Fino, estas características son menos evidentes (Figura 1-A3 muestra el morfotipo intermedio) y resultará más probable su confusión con otras especies de dictiotales presentes en el Estrecho de Gibraltar como pueden ser *Dictyota dichotoma*, una especie cosmopolita con alta variación morfológica (Figura 1-B; Hwang *et al.*, 2005); *Dictyota spiralis*, presente en zonas someras (Figura 1-C); *Dictyota cyanoloma*, detectada por primera vez en el Mediterráneo en 1935 y originaria del hemisferio Sur (Figura 1-D; Steen *et al.*, 2017) o *Dictyota fasciola*, rodeada de *Rugulopteryx okamurae* en la Figura 1-E. Tronholm *et al.* (2010) describen la distribución de estas especies en las costas europeas.

1.5. Distribución nativa

La zona noroeste del Océano Pacífico es el punto de origen de una gran parte de las especies de algas marinas alóctonas registradas en Europa durante la última década (Mineur *et al.*, 2012). De entre estas especies, *Rugulopteryx okamurae* es una feoficea común en las zonas templadas de las costas de Filipinas, Taiwán, China, Corea y Japón (Huang, 1994). En el Pacífico, *Rugulopteryx okamurae* crece en zonas someras de 0,5-15 m de profundidad y está presente durante todo el año, siendo más abundante durante los meses estivales, mientras que el talo se reduce a un sistema basal de rizoides perennes en invierno (Kajimura, 1992; Hwang *et al.*, 2009). Más recientemente, Norris (2010) cita el alga en el golfo de California, área que podría representar su límite natural de distribución.

1.6. Ciclo de vida

El ciclo de vida del Orden Dictyotales incluye una alternancia de generaciones, con fases esporofítica –diploide- y gametofítica –haploide-, multicelulares e independientes fisiológicamente. A pesar de ello, las estrategias de reproducción asexual son dominantes y algunas dictiotales sólo muestran esporofito en el medio natural. En el

caso de *Rugulopteryx okamurae*, existen citas de individuos gametofitos en proximidades de Kioto, Japón, censados en las primaveras de 1999 y 2003 por Agatsuma *et al.* (2005) y Sun *et al.* (2006). Sin embargo, los gametofitos aparecen en pocas zonas de su rango de distribución nativa y la reproducción es principalmente asexual (Hwang *et al.*, 2009). Esta se realiza mediante esporangios sin involucre situados en ambas caras y a lo largo de toda la superficie del talo, exceptuando las partes marginal y apical (Figura 2 -Verlaque *et al.* 2009). Los esporofitos liberan las esporas en la época estival y producen dos tipos de espora: monosporas y tetrasporas. Las monosporas tienden a desarrollarse *in-situ* formando propágulos durante los días previos a la liberación de los esporangios mientras que las tetrasporas -monosporas divididas por mitosis- se liberan sin germinar (Kajimura, 1992; Hwang *et al.*, 2009).

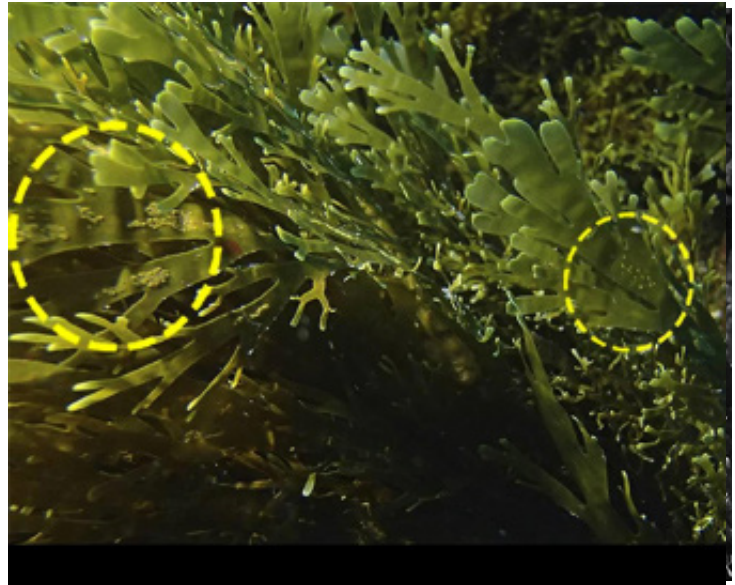


Figura 2. Disposición de los esporangios en *Rugulopteryx okamurae*, bahía norte de Ceuta, 24/09/2016.

Como consecuencia de la escasez de gametofitos en el medio natural, gran parte de los estudios taxonómicos de la especie se han llevado a cabo mediante el desarrollo *ex-situ* en medios de cultivo (Hwang *et al.*, 2009; Verlaque *et al.*, 2009). Los cultivos se realizan a 20°C y las estructuras reproductivas y máximo crecimiento se producen en el medio natural a temperaturas superiores a 15°C. Esto indica que *Rugulopteryx okamurae* podría ser considerada como una especie subtropical con presencia en zonas templadas y cuya reproducción es exclusivamente asexual en sus límites de distribución a latitudes altas (Hwang *et al.*, 2009). La euritermia es una característica común entre dictyotales, y en términos evolutivos ha permitido al género *Dictyotales* -y probablemente a muchas otras Dictyotales- aumentar el número de especies presentes en zonas templadas mediante saltos de nicho de especies tropicales y subtropicales a zonas más frías y posterior diversificación (Tronholm *et al.*, 2012; Tyberghein *et al.*, 2012).

1.7. Metabolitos secundarios

Las feofíceas o algas pardas son una fuente importante de compuestos de uso diverso. De ellas se obtienen los alginatos, usados frecuentemente en la industria alimentaria como espesantes, estabilizantes de emulsiones o gelificantes; cosmética o farmacéutica (Pasquel, 2001; Bourgougnon *et al.*, 2011; Peso-Echarri *et al.*, 2012).

El grupo de las dictyotales es rico en metabolitos secundarios, especialmente del grupo de los terpenos (Paula *et al.* 2011). El interés en el estudio de estos productos naturales se ha ido acrecentando en las últimas décadas debido a su rol ecológico y a su utilidad para el ser humano. Los terpenoides tienen cualidades bioactivas como inhibición de la herbivoría, citotoxicidad, actividad antibiótica, anti-fúngica, antiviral, anti-inflamatoria, anti-tumoral e insecticida (Fenical *et al.*, 1973; Suzuki *et al.*, 2002; Tziveleka *et al.*, 2005; Othmani *et al.*, 2014). Además de los terpenoides, algunas sustancias de defensa como el metanol o el cloroformo pueden ser volátiles, pudiendo producir “olores” repulsivos o inhibiendo el asentamiento de organismos epífitos sobre el alga (Ozdemir *et al.*, 2006). Asimismo, algunas dictyotales contienen ácido sulfúrico, pudiendo alcanzarse pH de 0,5 en la vacuola de las células (Sasaki *et al.*, 1999).

En *Rugulopteryx okamurae*, los compuestos bioactivos y anti-herbivoría más abundantes son los sesquiterpenos (Paula *et al.* 2011), abundantes en los géneros *Padina*, *Dictyopteris* y *Taonia* y los diterpenos de esqueleto tipo espatano y seco-espatano, presentes en los géneros *Spatoglossum*, *Stoechospermum* y *Rugulopteryx* (Kurata *et al.*, 1988; Ninomiya *et al.*, 1999; Paula *et al.*, 2011).

Por su parte, los metabolitos secundarios de algas invasoras y su efecto sobre las comunidades nativas han sido menos estudiados. Estas defensas químicas contra consumidores y competidores -defensas alelopáticas-, son producidas comúnmente por macroalgas tropicales y pueden constituir un factor importante en el éxito de la invasión, contribuyendo a alterar las comunidades nativas (Targett *et al.*, 1992; Pereira y Da Gama, 2008). Por su parte, el uso de este tipo defensas no está restringido a los organismos adultos, ya que podemos encontrarlos en agentes de propagación como esporas o propágulos y en estadios tempranos del desarrollo del alga (Hay *et al.*, 1998).

En el caso de *Rugulopteryx okamurae* en las costas del Estrecho se ha imputado a la especie la provocación de picor en cara y manos en aquellas personas que la han manipulado (*El Estrecho Digital*, 2017a), indicándose que podría suponer un grave riesgo para las comunidades nativas del estrecho de Gibraltar (*El Estrecho Digital*, 2017b). Para este trabajo, hemos masticado ramificaciones distales tanto de la especie autóctona *Dictyota dichotoma* como de *Rugulopteryx okamurae*. La primera no provocó ninguna sensación anormal, pero la segunda, al cabo de varios segundos de ser masticada, provocaba un picor extremo en la boca y en la lengua que obligaba al enjuague inmediato y reiterado.

En Algeciras se ha procedido al compostaje del material de arribazón para su uso en parques municipales y zonas verdes (Ayuntamiento de Algeciras, 2017). Este tipo de fertilizante ha demostrado aumentar la tasa de germinación, crecimiento, resistencia a patógenos y absorción de nutrientes en un alto número de cultivos (Sasikumar y Panneerselvam, 2005; Ramu y Nallamuthu, 2012; Michalak *et al.* 2017). Esto se produce a través de procesos fisiológicos y bioquímicos en los que intervienen los metabolitos secundarios producidos por algas (Craigie, 2011). Asimismo, la utilidad de los compuestos producidos por *Rugulopteryx okamurae* en cosmética y como herramienta para el uso sostenible del material de arribazón está siendo investigada por Tarifa, Mar de Algas (2017).

2. METODOLOGÍA

2.1. Localidades prospectadas

Durante los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre de 2017 se prospectaron las localidades de muestreo que seguidamente se detallan, tanto en el frente litoral norte del Estrecho como en el sur.

2.1.1. Frente Litoral Norte del estrecho de Gibraltar

Desde el Mediterráneo al Atlántico: tramo Punta Chullera (Málaga) – Caños de Meca (Cádiz)

Punta Chullera (36°18'39.71"N, 5°14'49.96"O); Cala Sardina (36°18'37.83"N, 5°15'22.70"O); Torreguadiaro (36°18'3.78"N, 5°15'57.48"O); Playa de La Alcaidesa (36°13'58.02"N, 5°18'53.36"O); Puerto de La Atunara (36°10'51.70"N, 5°19'56.86"O); Dique de abrigo Puerto de la Alcaidesa, exterior (36° 9'19.99"N, 5°21'57.90"O); Dique de abrigo Puerto de La Alcaidesa, interior (36° 9'24.06"N, 5°21'59.75"O); Crinavis, zona este (36° 9'52.15"N, 5°22'23.30"O); El Campamento (36°10'36.12"N, 5°22'55.50"O); Punta de San García (36° 6'16.37"N, 5°25'48.19"O); La Ballenera (36° 5'5.71"N, 5°25'57.41"O); Faro de Punta Carnero (36° 4'35.93"N, 5°25'29.14"O); Cala Arena (36° 3'32.36"N, 5°26'51.45"O); Torre del Guadalmesí (36° 2'8.30"N, 5°31'15.58"O); Isla de Tarifa,

zona este (36° 0'14.25"N, 5°36'20.41"O); Isla de Tarifa, zona oeste (36° 0'16.72"N, 5°36'44.22"O); Paloma Baja (36° 3'43.63"N, 5°43'29.47"O); Bolonia (36° 5'9.37"N, 5°47'4.56"O); Acuartelamiento de Punta Camarinal (36° 4'48.64"N, 5°47'58.51"O); Faro de Punta Camarinal (36° 5'21.26"N, 5°48'34.76"O); Playa de los Alemanes, búnker (36° 6'10.15"N, 5°49'30.78"O); Zahara de los Atunes, barco de vapor (36° 8'4.13"N, 5°50'57.36"O); Barbate (36°10'1.45"N, 5°53'28.60"O); Acantilados del Parque Natural de la Breña (36°10'55.58"N, 5°57'24.09"O); Caños de Meca (36°11'6.07"N, 6° 0'46.07"O).

2.1.2. Frente Litoral Sur del estrecho de Gibraltar

Desde el Mediterráneo al Atlántico: tramo Punta Almina (Ceuta)-Oued el Marsa (Marruecos)

Punta Almina (35°53'53.97"N 5°16'43.63"O); Punta Almina norte (35°54'1.6"N 5°16'56.0"O); Playa del Desnarigado (35°53'38.2"N 5°17'0.1"O); Garitón de las cuevas, punta de Santa Catalina (35°54'13.6"N 5°17'4.7"O); Piedra de La Almadraba (35°52'48.2"N 5°18'0.3"O); Playa del Chiclón y ciclones de Dentro, Fuera y Más Afuera (35°54'08.5"N 5°18'2.8"O); Piedra de El Pineo (35°52'33.24"N 5°19'49.01"O); Punta Blanca (35°54'54.37"N 5°21'40.08"O); Belyounech (35°54'51.4"N 5°23'53.9"O); Isla del Perejil (35°54'45.5"N 5°24'57.6"O); Oued el Marsa (35°54'22.9"N 5°26'32.9"O).

2.2. Metodología de muestreo

Las observaciones de presencia-ausencia y de restos desprendidos depositados sobre el fondo o flotando en la columna de agua se realizaron al azar hasta como máximo 10 metros de profundidad. Durante las inmersiones se comprobaba si la especie se encontraba establecida —fijada sobre sustrato duro- o desprendida— flotando en la columna de agua, constituyendo alfombras de ejemplares sueltos sobre el fondo o bien como material de arribazón.

Los índices de biomasa y biovolumen se obtuvieron durante el mes de agosto del año 2017 en la Punta Blanca en Ceuta (Figura 3-A) mediante la obtención de 82 especímenes completos y de diferentes tamaños por recolección manual en zonas someras (0-5m de profundidad) con coberturas mayores al 90% de *Rugulopteryx okamurae*. El peso fresco o peso húmedo se calculó tras escurrir los especímenes en un escurridor giratorio durante 10 segundos a 120 revoluciones por minuto. Posteriormente, el biovolumen se obtuvo midiendo el volumen de agua desplazado al sumergir éstas en una probeta. Para conocer la relación entre las variables estudiadas se realizó un análisis de correlación de Pearson, utilizando el programa SPSS 22.

3. RESULTADOS

3.1. Localización geográfica en el estrecho de Gibraltar

Su distribución geográfica en el estrecho de Gibraltar es anómala (Figura 3), muy restringida pero “explosiva”, ocupando más del 80% de las superficies horizontales y de escasa pendiente y en muchos casos superficies verticales bien iluminadas —orientadas fundamentalmente hacia el sur— demostrando una elevada capacidad competitiva. Su abundancia es extraordinaria en los tramos litorales comprendidos entre los extremos de las franjas litorales norte —entre la isla de Tarifa y Punta de Gibraltar— y sur —entre Cabo Negro y Tánger (El Aamri *et al.*, 2018)— del Estrecho, pero la especie desaparece drásticamente a partir de tales extremos, si bien en la costa sur del Estrecho no ha podido confirmarse con total exactitud su límite de distribución.

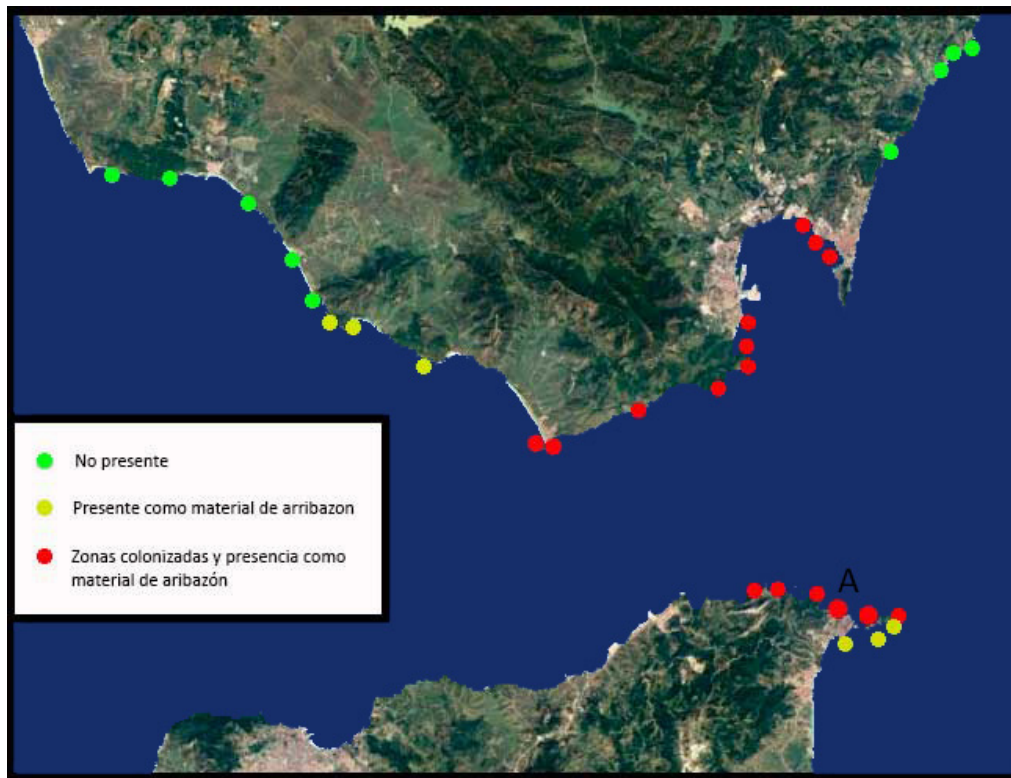


Figura 3. Puntos prospectados en el estrecho de Gibraltar y presencia-ausencia de *Rugulopteryx okamurae* en el rango batimétrico de 0 a 15 metros. A: las muestras para la relación biovolumen-peso fresco se obtuvieron en la bahía norte de Ceuta (Fuente cartográfica Google Earth).

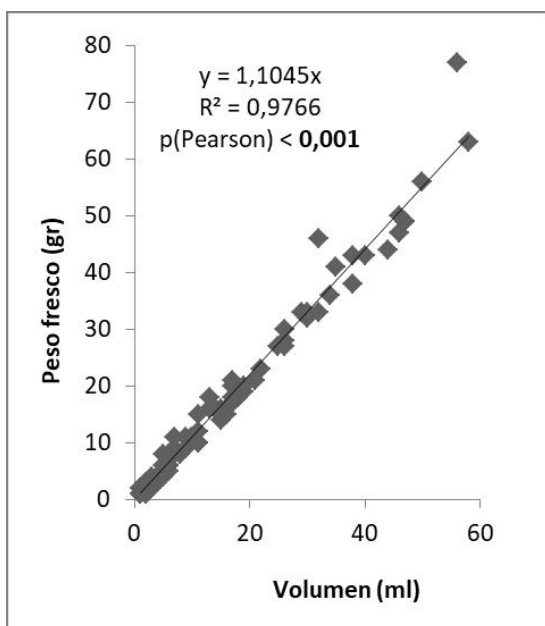


Figura 4. Relación biovolumen-peso fresco en *Rugulopteryx okamurae*. N = 82.

3.2. Relación biovolumen-peso fresco

La relación biovolumen-peso fresco, se detalla en la figura 4 (Peso fresco = 1,1045 * biovolumen) y facilitará la estimación de la biomasa del alga en futuros muestreos y análisis de impacto, dada la mayor facilidad de medir el biovolumen *in-situ*.

3.3. Capacidad de colonización de diferentes tipos de sustrato duro

La especie se establece fundamentalmente sobre sustrato rocoso natural, el más biodiverso de los sustratos duros y que ofrece mayor heterogeneidad espacial, en este tipo de sustrato muestra su mayor potencialidad competitiva y de afección a las especies bentónicas sésiles, tanto vegetales como animales (Lámina 1-A). Sin embargo, su capacidad de colonización de rocas dolomíticas de cantera de sustratos rocosos artificiales -diques portuarios de abrigo- es enorme (Lámina 1-G; Lámina 2-A a C). También se encuentra sobre botellas de cristal, de cerámica, de hierro (superficies de pecios) y sobre cubiertas de ruedas de automóviles (Lámina 2-F).

Es especialmente llamativa su capacidad de adherirse a las redes y a los cabos (Lámina 2-G y H), así como enganches en las redes, lo que genera un importante problema al sector pesquero local según ha denunciado reiteradamente el mismo, solicitando que se aborde este problema e intente dar solución (El Estrecho Digital, 2017a y b; Fernández Belmonte, FACOPE, com. pers.). Las rocas sueltas del fondo, aunque sean pequeñas, también son colonizadas por esta especie si bien en las que son planas y están sujetas a corrientes de marea, se distribuyen por las superficies verticales y bordes, allí donde parece producirse una “discontinuidad hidrodinámica” (Lámina 2-D a F). Aunque las superficies bien iluminadas y de moderada pendiente de alta energía -sometidas a las corrientes- son las más susceptibles de ser colonizadas, también muestra una gran capacidad competitiva en superficies verticales parcialmente umbrías y en las entradas de oquedades (Lámina 3-A), constituyendo una amenaza clara sobre la fauna sésil de estos enclaves, parte de la cual incluye especies sensibles a cambios físico-químicos que pudieran acontecer en su hábitat.

3.4. Competencia de *Rugulopteryx okamurae* y afección sobre la biota local

Las macroalgas son las más afectadas, pues han perdido una gran parte de las superficies rocosas de su hábitat y han sido desplazadas de éstos, habiéndose apreciado, entre otras, *Ellisolandia* sp., *Sphaerococcus coronopifolius*, *Codium bursa*, *Dyctiota dyctotoma*, *Taonia atomaria*, *Halopteris scoparia*, *H. filicina* y la exótica *Caulerpa cylindracea* (Lámina 3-B y C).

Sobre las especies animales que habitan zonas iluminadas, la agresividad de *Rugulopteryx okamurae* es sorprendente, no sólo colonizando tubos blandos apergaminados de poliquetos tubícolas (*Sabella spallanzani* – Lámina 4-C), sino también superficies blandas de holoturias (*Holothuria tubulosa* – Lámina 4-D) y duras de crustáceos (*Maja squinado*). En zonas iluminadas, la presión competitiva ha sido ejercida, entre otras especies, sobre los cnidarios (Lámina 3-D; Lámina 4-B) y, en zonas umbrías, sobre las comunidades de coralígeno, uno de los hábitats más biodiversos, y en actual declive, del mar Mediterráneo (Lámina 3-D a H; Boudouresque, 2004). Asimismo, puede congestionar totalmente a las esponjas (Lámina 4-A), incluso a las perforantes (v.gr. *Cliona viridis*). Sobre las ascidias ejerce una afección similar, rodeándolas al límite. Es previsible que cuando mueran las colonias de estos animales, el sustrato sea colonizado por la especie exótica. Ésta, sin embargo, no puede ser epibionte de la ascidia solitaria *Phallusia mammillata* ni de la colonial *Pseudodistoma obscurum*, lo que refleja que éstas se encuentran defendidas para evitar su fijación (Lámina 4-H y G respectivamente). Pulpos (*Octopus vulgaris*), sepias (*Sepia officinalis*), crustáceos y equinodermos vágiles (*Galathea strigosa*, *Palaemon* sp., *Periclimenes* sp. o *Sphaerechinus granularis*) han sido observados, rodeados del alga invasora, sin aparentar tipo alguno de rechazo (Lámina 5-A a C). Sin embargo, para el caso de *S. granularis* o erizo manzanero (Lámina 4-E y F), podría producirse una reducción del tamaño de la gónada en la zona submareal, mientras que en zonas más próximas al intermareal los erizos mantendrían el tamaño gonadal habitual. Esta información procede de las comunicaciones personales de pescadores de Tarifa y Ceuta, en las que se achacaba estas pérdidas en el peso de la gónada a la nueva alga invasora. La distribución batimétrica de *Rugulopteryx okamurae* concuerda con estas comunicaciones y tanto la presión lateral competitiva del alga sobre zonas de campeo del erizo como el efecto de sus metabolitos secundarios o la disminución de fuentes autóctonas de alimento asociadas al crecimiento de la especie exótica *Rugulopteryx okamurae*, podrían potencialmente influir en la cantidad de recursos disponibles para el crecimiento y reproducción de esta y otras especies vágiles.

Aunque en las zonas de gran cobertura de *Rugulopteryx okamurae* se percibe escasa presencia de peces bentónicos —probablemente, debido a la espesura que configura el entramado vegetal—, sí hemos observado escorpénidos (*Scorpaena scrofa* – Lámina 5-D) descansando sobre sus ramificaciones, así como diferentes especies de blénidos (*Tripterygion tripteronotum*, *Parablennius gattorugine* y *P. rouxi*). Congrios (*Conger conger*) y morenas (*Muraena helena*) parecen desplazarse sobre la especie invasora sin aparentar tipo alguno de afección. Asimismo, sucede

con diferentes especies de lábridos (*Labrus bergylta*, *Symphodus roissali*, *Coris julis* – Lámina 5-E y F) si bien, al aumentar la corriente en zonas de gran cobertura de *Rugulopteryx okamurae*, buscan zonas umbrías desprovistas de la invasora para comer, lo que ha sido especialmente observado en *Coris julis*.

En zonas de material de arribazón acumulado, donde las algas se descomponen masivamente, no se ha observado presencia de organismos, ni siquiera de aves marinas. Tampoco dentro del agua -a muy poca profundidad- en zonas de calas, entrantes o ensenadas. No obstante, debe advertirse que estos acúmulos perduran bastante tiempo y la liberación de las toxinas podría afectar a la biota autóctona sésil que pudiera quedar bajo su directa influencia (v.gr. la especie en peligro de extinción *Patella ferruginea* - Lámina 1-F).

No se ha detectado ninguna especie autóctona que pueda ser potencialmente herbívora de *Rugulopteryx okamurae*, probablemente debido a la dureza de sus paredes celulares, especificidad de sus alginatos, y muy especialmente a la elevada concentración de los diterpenos que posee y al fuerte picor que provoca su masticación, similar al que provoca el wasabi.

4. CONCLUSIONES

En el estrecho de Gibraltar, *Rugulopteryx okamurae* ha exhibido una capacidad competitiva y de colonización del sustrato rocoso -y duro, en general- extraordinaria, provocando desde que se detectó en 2015 hasta septiembre de 2016, un incremento de su densidad y biomasa desmesurados, completamente inéditos en cualquier otra especie exótica marina vegetal que haya colonizado históricamente el litoral español. Su impacto sobre la biota autóctona sésil -fijada al sustrato-, aunque no ha podido cuantificarse -las 5000 toneladas de material de arribazón recogidas en Ceuta, ya mencionadas, dan una idea de ello-, ha sido muy elevado al ser capaz de desplazarla de sus enclaves de fijación. Se han citado numerosas especies autóctonas -y también invasoras- perjudicadas por la supremacía competitiva de *Rugulopteryx okamurae* y se ha destacado su capacidad para evitar ser colonizada, dada la ausencia casi generalizada de epibiontes, al menos claramente macroscópicos que puedan ser observados en inmersión. Grandes superficies iluminadas de sustrato duro, completamente alfombradas por la especie, así lo testimonian.

Aunque de momento *Rugulopteryx okamurae* no es considerada formalmente como especie invasora, los resultados provisionales expuestos en este trabajo la postulan formalmente como tal.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Red Eléctrica Española (REE), Al Instituto de Estudios Campogibraltareses (IECG), al Club de Buceo Campo de Gibraltar de la Línea y CIES de Algeciras. Agradecemos también el apoyo del Parque natural del Estrecho, y a su directora, María San Emeterio, y a Ecologistas en Acción del Campo de Gibraltar, en particular dea Javier Gil. Este trabajo ha sido también beneficiado del equipamiento científico adquirido en el proyecto número 1.889, relacionado con el estuario del río Guadalquivir, co-financiado por la Autoridad Portuaria de Sevilla, el Acuario de Sevilla y la Universidad de Sevilla. Agradecemos el apoyo logístico y colaboración de la Estación de Biología del Estrecho y el Departamento de Formación y Medio Ambiente de la Cruz Roja-Ceuta en las actuaciones realizadas en la costa sur del Estrecho. Expresamos también nuestra gratitud a Stephen Warr y Clive Crisp (*Department of Environment and Climate Change Gibraltar*), así como a Darren Fa (*University of Gibraltar*) por la información facilitada inherente a la presencia de *Rugulopteryx okamurae* en Gibraltar y a José Cantera del Club de Buceo Campo de Gibraltar por su colaboración en la realización de las láminas. Y a la Fundación CEPESA su receptividad ante la problemática generada por el impacto ambiental sin precedentes generado por la especie invasora *Rugulopteryx okamurae* en la bahía de Algeciras y áreas geográficas próximas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGARDH, J. G. (1882). “Till algernes systematik. Nya bidrag. (Andra afdelningen)”. *Lunds Universitets Årsskrift, Afdelningen för Matematik och Naturvetenskap*, 17, pp. 1–134.
- AGATSUMA, Y., KUWAHARA, Y. y TANIGUCHI, K. (2005). “Life cycle of *Dilophus okamurae* (Phaeophyceae) and its associated invertebrate fauna in Onagawa Bay, Japan”. *Fisheries Science*, 71, pp. 1107-1114.
- ALTAMIRANO, Jeschke M., DE LA ROSA, J. y MARTÍNEZ, J. (2016). “Arribazones de la especie exótica *Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) en el estrecho de Gibraltar”. RIUMA, <http://hdl.handle.net/10630/12433>.
- AYUNTAMIENTO DE ALGECIRAS (2017). “Operarios de limpieza de playas retiran las algas aparecidas en El Chinarral” [Noticia institucional] en: <http://www.algeciras.es/es/detalle-de-noticia/Operarios-de-limpieza-de-playas-retiran-las-algas-aparecidas-en-El-Chinarral/>
- BOUDOURESQUE C.F. (2004). Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. Scientific Reports of Port-Cros National Park., 20, pp. 97-146.
- BOURGOUGNON, N. y otros (2011). “Las algas: potencial nutritivo y aplicaciones cosméticas”. En: *Las Algas como Recurso, Valorización, Aplicaciones Industriales y Tendencias*. Centro Tecnológico del Mar-Fundación CETMAR (ed.), 81-94.
- CRAIGIE, James S. (2011). “Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture”. *Journal of Applied Phycology*, 23, pp. 371-393
- DE CLERCK, O. y otros (2006). “A revised classification of the Dictyoteae (Dictyotales, Phaeophyceae) based on rbcL and 26S ribosomal DNA sequence analyses”. *Journal of Phycology*, 42, pp. 1271–1288.
- EL AAMRI, Fatima, IDHALLA, M. y TAMSOURI, M. N. (2018) Occurrence of the invasive brown seaweed *Rugulopteryx okamurae* (E.Y.Dawson) I.K.Hwang, W.J.Lee & H.S.Kim (Dictyotales, Phaeophyta) in Morocco (Mediterranean Sea). *Mediterranean Fisheries and Aquaculture Research*, 1, pp. 92-96.
- EL ESTRECHO DIGITAL (2016). “Un alga invasora del Caribe se asienta en el Estrecho”. [Noticia en prensa] en: <https://www.elestrechodigital.com/ced-magazine/alga-invasora-del-caribe-se-asienta-estrecho/>
- EL ESTRECHO DIGITAL (2017a) “Algas invasoras en la bahía de Algeciras”. [Vídeo en prensa] en: <https://www.youtube.com/watch?v=ligQQE0eIsk>
- EL ESTRECHO DIGITAL (2017b). “Un alga invasora causa graves daños al ecosistema de la costa de Tarifa”. [Noticia en prensa] en: <https://www.elestrechodigital.com/servicios/alga-invasora-causa-graves-danos-al-ecosistema-la-costa-tarifa/>
- FENICAL W.y otros (1973). “Zonarol and isozonarol, fungitoxic hydroquinones from the brown seaweed *Dictyopteris zonarioides*”. *Journal of Organic Chemistry*, 38, pp. 2383-2386.
- HAY, M. E. y otros (1998). “Bioassays with marine and freshwater macroorganisms”. *Methods in Chemical Ecology, Vol. 2*. Springer US, pp. 39-141
- HÖRNIG, I. y otros (1992). “The genus *Dictyota* (Phaeophyceae) in the North Atlantic. I. A new generic concept and new species”. *Nova Hedwigia*, 54, pp. 45–62.
- HUANG, Z. G. (1994). *Marine Species and Their Distributions in China’s Seas*. China Ocean Press. Beijing.
- HWANG, I. K., KIM, H. S., y LEE, W. J. (2005). “Polymorphism in the brown alga *Dictyota dichotoma* (Dictyotales, Phaeophyceae) from Korea”. *Marine Biology*, 147, pp. 999-1015.
- HWANG, I. K. y otros (2009). “Taxonomic reappraisal of *Dilophus okamurae* (Dictyotales, Phaeophyta) from the western Pacific Ocean”. *Phycologia*, 48, pp. 1-12.
- KAJIMURA, M. (1992). “Vegetative propagation in *Dilophus okamurae* and *Zonaria flabellata* (Dictyotaceae, Phaeophyta)”. *Shimane University*, 26, pp. 95-106.
- KURATA K. y otros (1988). “Spatane-type diterpenes with biological activity from the brown alga *Dilophus okamurae*”. *Phytochemistry*, 27, pp. 1321-1324.
- MARCOS-BARAJAS D. (2016). “El alga invasora que amenaza el estrecho de Gibraltar”. [Noticia en prensa] *El Mundo*, Madrid, En: <http://www.elmundo.es/ciencia/2016/09/30/57e15d5dca47414b4b8b45c6.html>
- MICHALAK, Izabela y otros (2017). “Characterisation of biological properties of co-composted Baltic seaweeds in germination tests”. *Engineering in Life Sciences*, 17, pp. 153-164
- MINEUR, F. y otros (2012). “Four new exotic red seaweeds on European shores”. *Biological Invasions*, 14, pp. 1635-1641
- NINOMIYA, M. y otros (1999). “Chemical Study and Absolute Configuration of a New Marine Secospatane from the Brown Alga *Dilophus okamurae*”. *The Journal of Organic Chemistry*, 64, pp. 5436-5440
- NORRIS, J. N. (2010). “Marine Algae of the Northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae”. *Smithsonian Contributions to Botany*, p. 141
- OCAÑA, O., ALFONSO-CARRILLO J. M. y BALLESTEROS, E. (2016). “Massive proliferation of a dictyotalean species (Phaeophyceae, Ochrophyta) through the strait of Gibraltar”. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 28, pp. 165-169. OKAMURA K. (1913). *Icones of Japanese Algae, vol. 3*. Tokyo.
- OTHMANI, A. y otros (2014). “Anti-microfouling properties of compounds isolated from several Mediterranean *Dictyota* spp.”. *Journal of Applied Phycology*, 26, pp. 1573-1584.
- OZDEMIR, G. y otros (2006). “Antimicrobial activities of volatile components and various extracts of *Dictyopteris membranacea* and *Cystoseira barbata* from the coast of Izmir, Turkey”. *Pharmaceutical Biology*, 44, pp. 183-188.
- PASQUEL, A. (2001). “Gomas: una aproximación a la industria de alimentos”. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 1, pp. 1-8
- PAULA, J. C. D.; VALLIM, M. A. y TEIXEIRA, V. L. (2011). “What are and where are the bioactive terpenoids metabolites from Dictyotaceae (Phaeophyceae)”. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21, pp. 216-228.
- PEREIRA, R. C. y DA GAMA, B. A. P. (2008). “Macroalgal chemical defenses and their roles in structuring tropical marine communities”.

En: *Algal chemical ecology*, pp. 25-55.

- PESO-ECHARRI, P. y otros (2012). “Polisacáridos de algas como ingredientes funcionales en acuicultura marina: alginato, carragenato y ulvano”. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 47, pp. 373-381.
- RAMU, K. y NALLAMUTHU, T. (2012). “Effect of seaweed liquid fertilizers on the biostimulant on early seed germination and growth parameters of *Oryza sativa* L.”. *International Journal of Current Science*, 3, pp. 15-20.
- REAL DECRETO 630/2013. *Catálogo español de especies exóticas invasoras*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. BOE, 185 (Secc. I), 56764-56786.
- REDIAM (2017). “Temperatura Superficial del Mar”. [Informe Anual de Medio Ambiente] Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía en: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.f361184aaadba3cf8ca78ca731525ea0/?vgnnextoid=1ba37a19018e5310VgnVCM1000001325e50aRCRD&lr=lang_es
- TARGETT, N. M. (1992). “Biogeographic comparisons of marine algal polyphenolics: evidence against a latitudinal trend”. *Oecologia*, 89, pp. 464-470.
- SASAKI, H. y otros (1999). “Accumulation of sulfuric acid in Dictyotales (*Phaeophyceae*): taxonomic distribution and ion chromatography of cell extracts”. *Journal of Phycology*, 35, pp. 732-739.
- SASIKUMAR, K., y PANNEERSELVAM, R. (2005). “Biofertilizer Effect of Dictyota Dichotoma on Growth and Yield of Abelmoschus Esculentus L.(Moench)”. *Environment & Agriculture*, 96, pp. 96-100.
- STEEN, F. y otros (2017). “Tracing the introduction history of the brown seaweed *Dictyota cyanoloma* (*Phaeophyceae*, *Dictyotales*) in Europe”. *European Journal of Phycology*, 52, pp. 31-42.
- SUN Z., HASEGAWA K. y TANAKA J. (2006). “A morphological study of *Dilophus okamuriae* (*Dictyotales*, *Phaeophyceae*) in Japan”. *Journal of Japanese Botany*, 81, pp. 235-244.
- SUZUKI, M., YAMADA, H., y KURATA, K. (2002). “Dictyoterpenoids A and B, Two Novel Di-terpenoids with Feeding-Deterrent Activity from the Brown Alga *Dilophus okamuriae*”. *Journal of Natural Products*, 65 pp. 121-125.
- TARIFA, MAR DE ALGAS (2017). “*Rugulopteryx okamuriae*, un tesoro químico natural”. *Sección de Educación Permanente Tarifa* [enlace web] en: <http://tarifamardealgas.weebly.com/news/Rugulopteryx-okamurae-un-tesoro-quimico-natural>
- TRONHOLM, A. y otros (2010). “Species delimitation, taxonomy, and biogeography of Dictyota in Europe (*Dictyotales*, *Phaeophyceae*)”. *Journal of Phycology*, 46, pp. 1301-1321.
- TRONHOLM, A. y otros (2012). “Contrasting Geographical Distributions as a Result of Thermal Tolerance and Long-Distance Dispersal in Two Allegedly Widespread Tropical Brown Algae”. *PLoS ONE* 7, e30813.
- TYBERGHEIN, L. y otros (2012). “Shifting niches promote diversification along a thermal gradient”. En: *Evolution, diversity and niche dynamics of seaweeds*, pp. 126-166.
- TZIVELEKA L. A. y otros (2005). “Marine polyprenylated hydroquinones, quinones, and chromenols with inhibitory effects on leukotriene formation”. *Chemistry & Biodiversity*, 2, pp. 901-909.
- VERLAQUE, M., STEEN, F. y DE CLERCK, O. (2009). “*Rugulopteryx* (*Dictyotales*, *Phaeophyceae*), a genus recently introduced to the Mediterranean”. *Phycologia*, 48, pp. 536-542.



LÁMINA 1.: A y B: Contraste sumergido y emergido de la presencia de *Rugulopteryx okamurae* en el estrecho de Gibraltar. Las superficies rocosas iluminadas, horizontales y de acusada pendiente, están literalmente alfombradas por la presencia de la especie (A), cuyos restos se acumulan en la zona litoral (B). C y D: maquinaria de limpieza de playa de los ayuntamientos de La Línea (C) y Ceuta (D) retirando acúmulos de la especie de arribazón. E y F: biomasa de la especie suspendida y acumulada en entrantes de la costa, donde se descompone sin tener una salida; ello puede comportar una amenaza para la biota intermareal, sobre todo para la especie en peligro de extinción *Patella ferruginea* (especialmente durante la marea alta, cuando ramonea el biofilm establecido en su área de campeo), localizada en este tipo de zonas de embolsamiento. G: *Rugulopteryx okamurae* cubriendo rocas dolomíticas de cantera de diques de abrigo portuarios. H: playa de Zahara de los Atunes y zonas rocosas adyacentes, la especie sólo estaba presente como material de arribazón y suspendida en la columna de agua arrastrada hacia la costa por las corrientes de marea y el viento de poniente.



LÁMINA 2. A: de arriba abajo, cobertura rosácea de *Gelidium* sp. y *Lithophyllum* incrustans seguida de una facies muy estrecha de *Ellisolandia elongata*, bajo la cual se ha establecido *Rugulopteryx okamurae* (a 1 m de profundidad, en escollera artificial orientada hacia el sur). B y C: recubrimientos de *Rugulopteryx okamurae* en bloques dolomíticos de cantera de escolleras semi-expuestas y de orientación este. D, E y F: bloques desprendidos de escolleras aplanados (D y E) y cubierta de rueda de camión (F) sometidos a corrientes de marea en zona de transición interior-externo del puerto de la Alcaidesa: nótese la ubicación del alga en las zonas periféricas de dichas estructuras. G y H: recubrimientos del alga en redes y cabos.

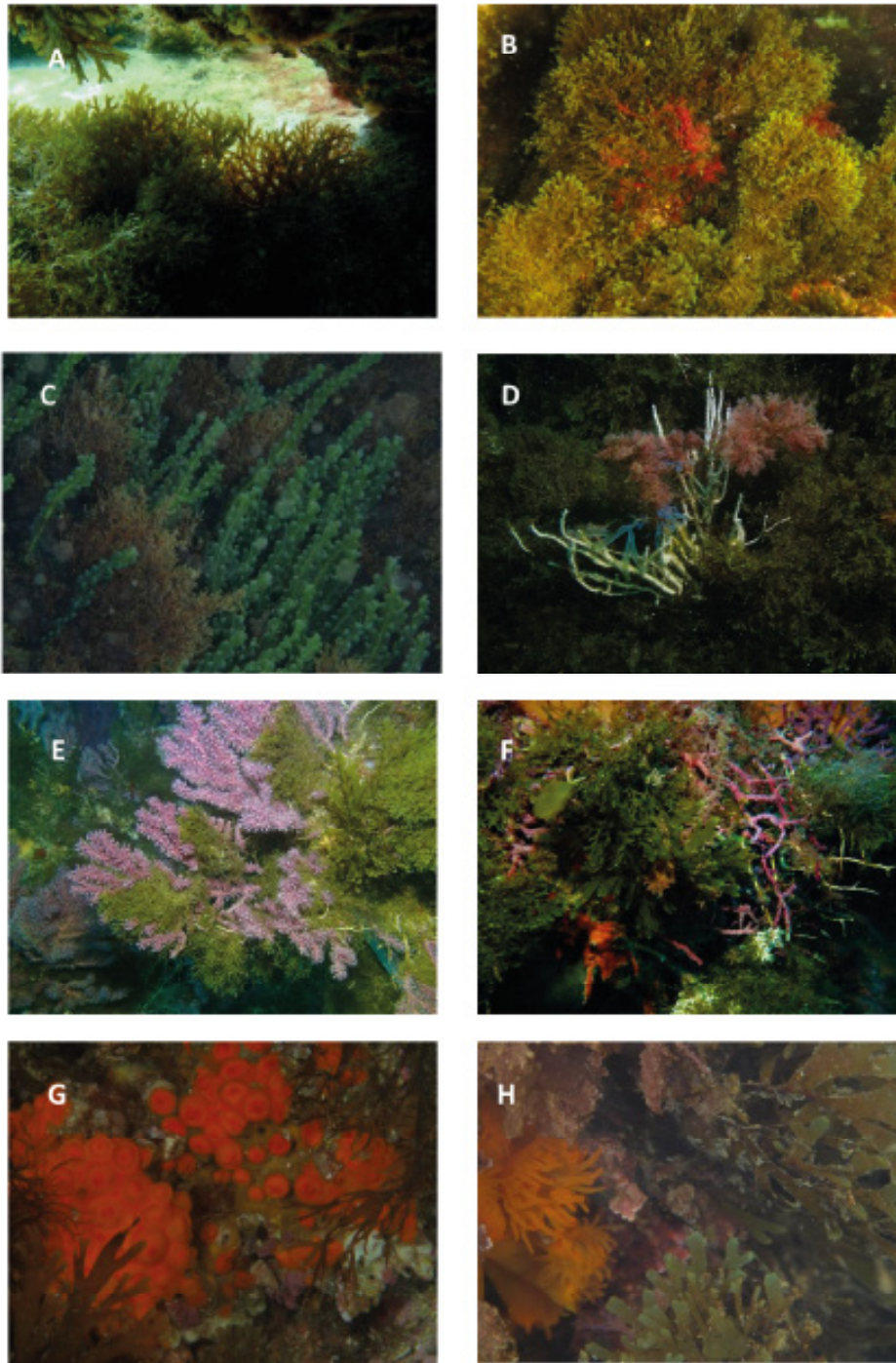


LÁMINA 3. A: *Rugulopteryx okamurae* establecida en zonas umbrías de bloques de escolleras ubicados a escasa profundidad. B: presión lateral competitiva y multidireccional del alga exótica *Rugulopteryx okamurae* sobre *Sphaerococcus coronopifolius* (centro, alga roja). C: la especie exótica *Caulerpa cylindracea*, en fuerte competencia por el espacio con *Rugulopteryx okamurae*. D: *Gorgonia eumicella singularis* completamente rodeada por *Rugulopteryx okamurae*. E y F: la gorgonia *Paramuricea clavata*, propia de enclaves moderadamente umbríos, sufre el acoso competitivo de *Rugulopteryx okamurae* por el espacio que llega a ser extremo cuando esta alga se ubica sobre sus ramificaciones. G y H: irrupción de la especie exótica en zonas umbrías donde se encuentra establecida la especie protegida *Astroides calycularis* (coral naranja).

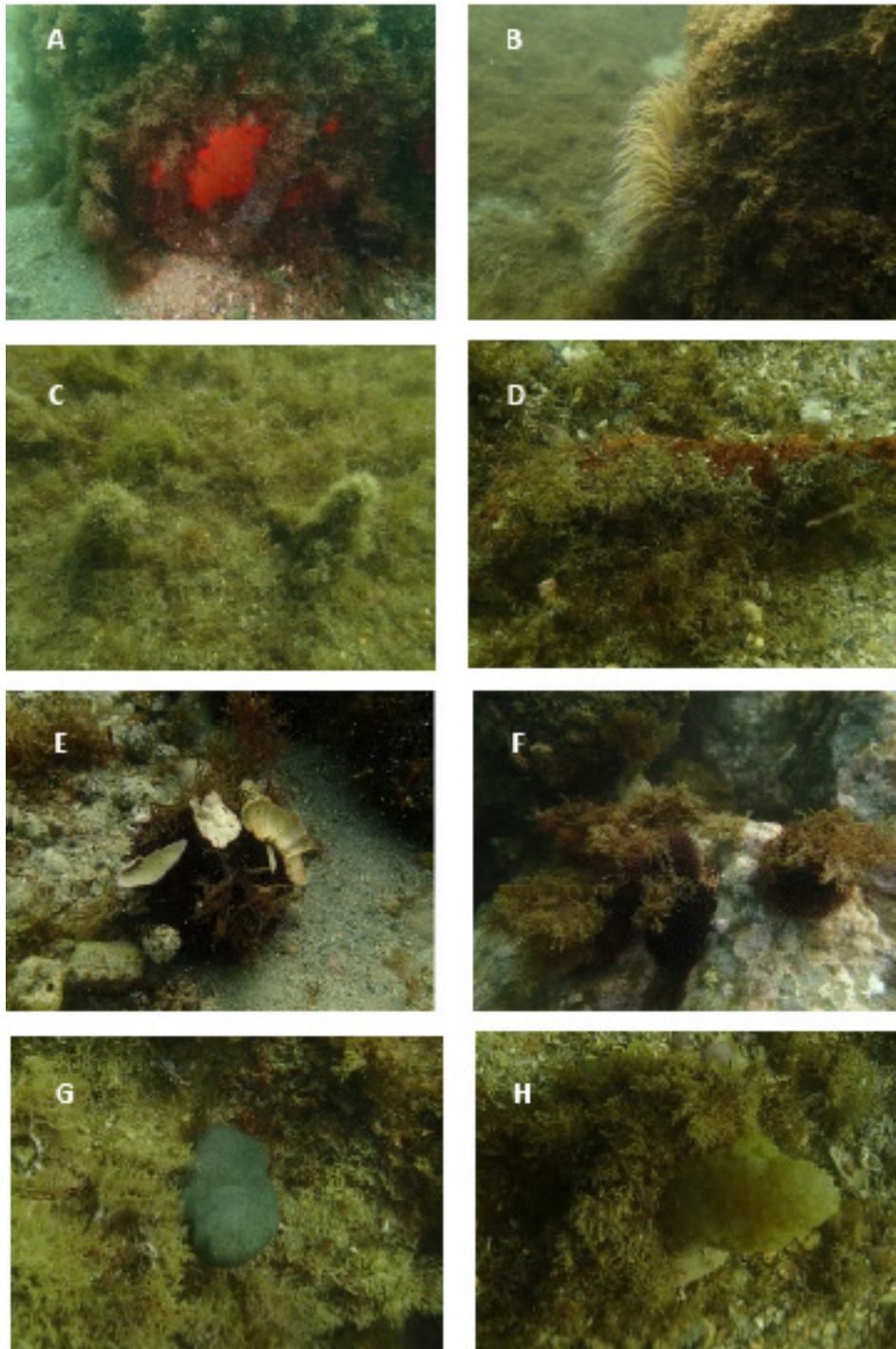


LÁMINA 4. A y B: confinamiento estricto de esponjas rojas (A) y de la anémona *Anemonia viridis* (B) debido a la elevada densidad del alga *Rugulopteryx okamurae*. C: recubrimiento total de dos tubos apergaminados del anélido poliqueto *Sabella spallanzani*. D: Epibiosis sobre el pepino de mar *Holothuria tubulosa*. E y F, El erizo *Sphaerechinus granularis* frecuentemente dispone sobre su zona aboral conchas de bivalvos (E), pero también de algas de diferentes especies si bien el grupo de la fotografía solo ha utilizado *Rugulopteryx okamurae* (F), lo que significa que esta especie de equinodermo no muestra rechazo alguna al alga intrusa respecto a este tipo de comportamiento; G, H, en zonas parcialmente umbrías, puede competir severamente por el espacio con las ascidias autóctonas *Pseudodistoma obscurum* (G) y *Phallusia mammillata* (H).

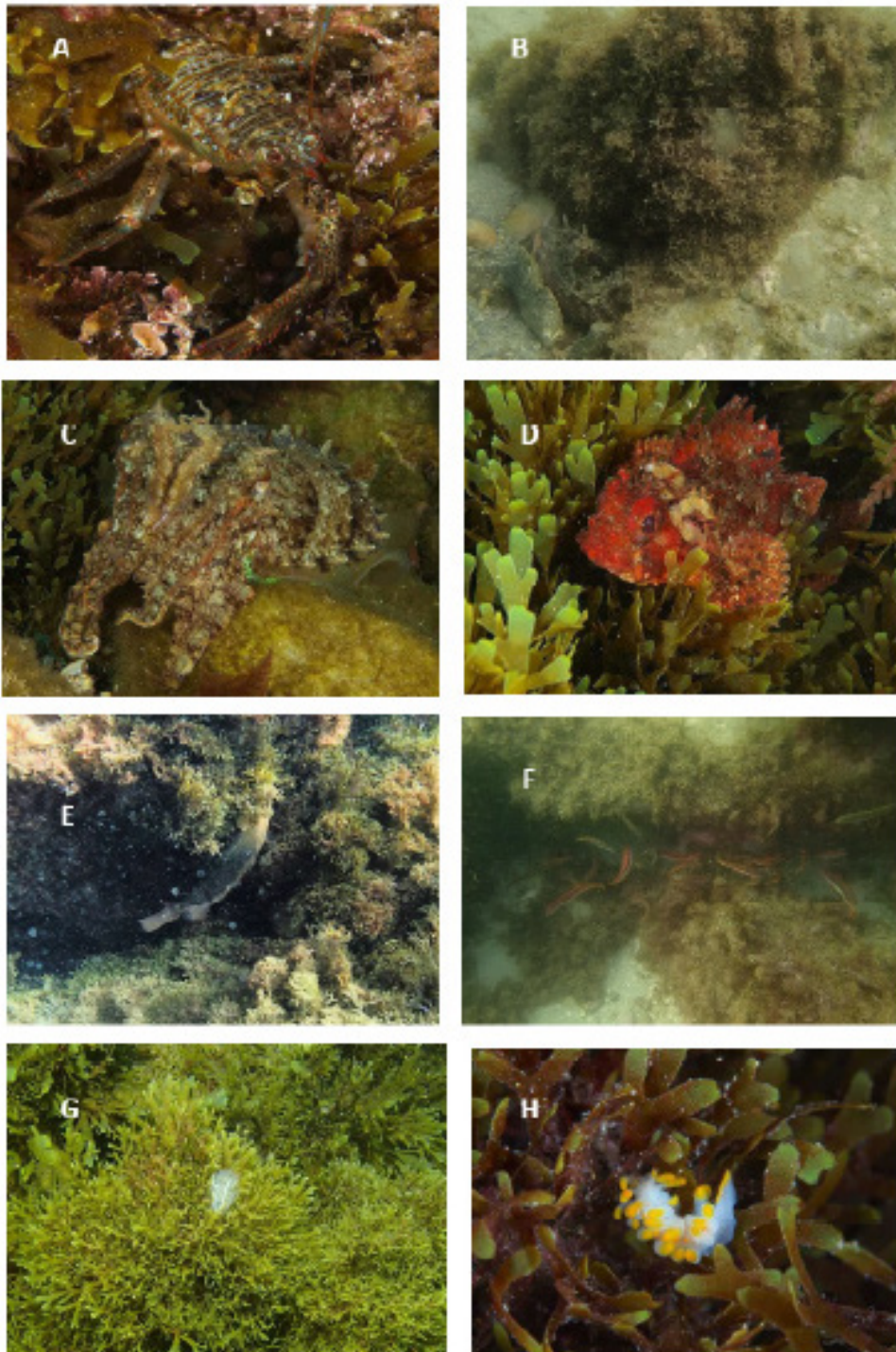


LÁMINA 5. A-E: escasa incidencia aparente sobre especies muy móviles: *Galathea strigosa* (A), *Octopus vulgaris* en su cueva (B), *Sepia officinalis* (C), *Scorpaena scrofa* (D), *Labrus bergylta*, (E), *Coris julis* (F). G: excepcional situación de epibiosis sobre *Rugulopteryx okamurae*: zooide adulto de la ascidia colonial *Clavelina dellavallei* que pudiera no haber podido reproducirse por vía asexual. H: ciertos invertebrados vágiles, como el nudibranquio *Limacia clavigera*, se observan raramente sobre ramificaciones de *Rugulopteryx okamurae*, bien para desplazarse sobre ellas hacia otros lugares, bien para poder depredar pequeños hidrozooos o briozoos que pudieran haberse establecido sobre aquellas.