

VIERAEA	Vol. 45	65-82	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2017	ISSN 0210-945X
---------	---------	-------	--------------------------------------	----------------

## **Colonización y expansión en Canarias de dos corales potencialmente invasores introducidos por las plataformas petrolíferas**

ALBERTO BRITO<sup>1</sup>, CATAISA LÓPEZ<sup>1</sup>, ÓSCAR OCAÑA<sup>2</sup>, ROGELIO HERRERA<sup>3</sup>,  
LEOPOLDO MORO<sup>4</sup>, ÓSCAR MONTERROSO<sup>5</sup>, ADRIANA RODRÍGUEZ<sup>1</sup>,  
SABRINA CLEMENTE<sup>1</sup> & JUAN JOSÉ SÁNCHEZ<sup>6</sup>

<sup>1</sup> *Grupo de investigación BIOECOMAC, Unidad Departamental de Ciencias Marinas, Universidad de La Laguna, Tenerife, islas Canarias, España*

Email: abrito@ull.es

Email: kattaissa@gmail.com

Email: adrianar@ull.es

Email: mscllemen@ull.es

<sup>2</sup> *Museo del Mar de Ceuta, Muelle España, s/n, 51001 Ceuta, España*

Email: lebruni@telefonica.net

<sup>3</sup> *Servicio de Biodiversidad. Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. Edificio de Servicios Múltiples II (5ª planta)*

*Agustín Millares Carló, 18*

*35071, Las Palmas, Gran Canaria, islas Canarias, España*

Email: rherperg@gobiernodecanarias.org

<sup>4</sup> *Servicio de Biodiversidad, Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. Edf. Usos Múltiples I. Av. Anaga nº 35*

*38071, S/C de Tenerife, Islas Canarias, España*

Email: lmoraba@gobiernodecanarias.org

<sup>5</sup> *Centro de Investigaciones Medioambientales del Atlántico (CIMA S.L.) Avenida de los Majuelos 115, 38107 Santa Cruz de Tenerife, islas Canarias, España*

Email: oscar@cimacanarias.com

<sup>6</sup> *Luis Benítez Ingot, nº 6, 2º A*

*35011 Las Palmas de Gran Canaria, islas Canarias, España*

Email: juanillocuervo@gmail.com

BRITO, A., C. LÓPEZ, O. OCAÑA, R. HERRERA, L. MORO, O. MONTERROSO, A. RODRÍGUEZ, S. CLEMENTE (2017) & J.J. SÁNCHEZ. Colonization and expansion of two potentially invasive coral species in the Canary Islands introduced through oil platforms. *VIERAEA* 45: 65-82.

**RESUMEN:** Se registra por vez primera la presencia en las islas Canarias de dos escleractinias no nativas de los géneros *Tubastraea* y *Oculina*. *Tubastraea* tiene una distribución básicamente tropical y su presencia en Canarias representa el registro más al norte en el Atlántico oriental, penetrando ya en

un área subtropical. *Oculina* se registra por primera vez en el Atlántico oriental. Ambas especies han sido introducidas a través del puerto de Las Palmas de Gran Canaria; la *Tubastraea* también en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. El transporte marítimo de grandes plataformas petrolíferas aparece claramente como la vía o vector de introducción. La *Tubastraea* presenta altas densidades en un dique del puerto de Las Palmas y también en sustratos artificiales del puerto de Santa Cruz de Tenerife; en Gran Canaria se confirma también su rápida expansión fuera del ámbito portuario, detectándose ya con cierta frecuencia en una localidad a unos 11 km y estando presente en otra a unos 30 km al sureste del puerto. Los datos disponibles permiten hacer una identificación específica inicial como *T. coccinea*, aunque el grupo presenta un cierto grado de confusión taxonómica. Se trata de una especie bien conocida por formar parte importante del fouling de las plataformas petrolíferas y por su alta capacidad invasiva. El incremento de la temperatura con el cambio climático aparece como facilitador de la colonización y expansión en el caso de la *Tubastraea*, una especie termófila. La *Oculina* responde al tipo morfológico de *O. patagonica*, un coral considerado como introducido e invasor en el Mediterráneo, pero con mucha incertidumbre en cuanto a su origen y estatus taxonómico. La presencia conocida de este coral se limita todavía del entorno portuario de Las Palmas de Gran Canaria. Se discute sobre el estatus del género *Tubastraea* en el Atlántico oriental y se plantean hipótesis sobre los posibles impactos de la invasión de estos corales en Canarias. Palabras clave: escleractinias no nativas, *Tubastraea*, *Oculina*, especies introducidas, plataformas petrolíferas, islas Canarias.

ABSTRACT: The occurrence of two non-native scleractinians of the genus *Tubastraea* and *Oculina* has been recorded for the first time in the Canary Islands. The distribution of *Tubastraea* is essentially tropical and its presence in the Canary Islands represents the northern-most record of the species in the Eastern Atlantic, breaking into a subtropical area. For *Oculina*, this new record constitutes its first occurrence of in the Eastern Atlantic. Both species have been introduced through the ‘Las Palmas de Gran Canaria’ harbor; *Tubastraea* has also been introduced through the ‘Santa Cruz de Tenerife’ harbor. It is clear that sea transport of large oil platforms would be the introduction pathway or vector. High density populations of *Tubastraea* have been found in one of the docks of the ‘Las Palmas’ harbor and on artificial substratum of the ‘Santa Cruz de Tenerife’ harbor; its rapid spread beyond the harbor area has also been confirmed in Gran Canaria. It can already be frequently spotted in a locality some 11 km away from the harbor and is present in another area located around 30 km south-east from the harbor. Available data allow us to initially identify it specifically as *T. coccinea*, although there is a certain degree of confusion in the group’s taxonomy. The high invasive capacity of this species and its being an integral part of oil platform fouling are well-known. The increased temperature caused by climate change

appears to have enabled colonization and spread of *Tubastraea*, a thermophilic species. The morphology type of *Oculina* corresponds to that of *O. patagonica*, a coral which is deemed to have been introduced in the Mediterranean and to be invasive, but whose origin and taxonomic status are rather uncertain. The recorded presence of this coral is still limited to the ‘Las Palmas de Gran Canaria’ harbor area. The status of the *Tubastraea* genus in the Eastern Atlantic is discussed and hypothesis on the potential impacts of the invasion of said corals in the Canary Islands are formulated.

Key words: non native scleractinian corals, *Tubastraea*, *Oculina*, introduced species, oil platforms, Canary Islands.

## INTRODUCCIÓN

Las invasiones biológicas constituyen una de las principales amenazas actuales para la biodiversidad marina y las funciones de los ecosistemas (i. e. Molnar *et al.*, 2008; Carlton, 2009; Seebens *et al.*, 2013; Thomsen *et al.*, 2014). La introducción de especies exóticas invasoras o potencialmente invasoras de origen tropical se está convirtiendo en un grave problema en zonas subtropicales y templadas. Las condiciones ambientales, en el actual contexto de cambio climático, facilitan su expansión y desarrollo invasivo, pudiendo dar lugar a impactos negativos en las comunidades marinas (i.e. Caralt & Cebrián, 2013; Vergés *et al.*, 2014; Piazzini *et al.*, 2016).

A diferencia de otros grupos de invertebrados como las ascidias o los cirrípedos, entre las escleractinias son muy pocas las especies conocidas como introducidas e invasoras. En el caso del Atlántico Occidental tropical se le atribuye este efecto a especies de *Tubastraea* Lesson, 1829 (Dendrophyllidae), un género de corales azooxantelados tropicales y subtropicales considerado nativo del Indo-Pacífico (Cairns, 2000; Fenner & Banks, 2004; De Paula & Creed, 2004; Creed *et al.*, 2017). Las tres especies presentes en el Atlántico Occidental se consideran introducidas mediante colonias incrustadas en el casco de embarcaciones, y dos de ellas están catalogadas como poderosos invasores, *T. coccinea* Lesson, 1829, y *T. tagusensis* Wells, 1982 (Creed, 2006; Silva *et al.*, 2011; Creed *et al.*, 2017); la tercera especie, *T. micranthus* (Ehrenberg, 1834), también se está expandiendo (Sanmarco *et al.*, 2014; Sanmarco *et al.*, 2017; Creed *et al.*, 2017). El proceso invasivo ha sido muy estudiado, tanto su expansión geográfica (ver síntesis en Creed *et al.*, 2017) como el impacto en las comunidades coralinas (Creed, 2006; Lages *et al.*, 2011; Dos Santos *et al.*, 2013; Miranda *et al.*, 2016). En el Atlántico Oriental tropical se conoce también la presencia de *Tubastraea*, tanto en el medio natural (Laborel, 1974; Boekschoten & Best, 1988; Morri *et al.*, 2000; Ocaña *et al.*, 2015) como en plataformas petrolíferas (Friedlander *et al.*, 2014), pero se plantea que al menos el origen de una de las especies es incierto (Creed *et al.*, 2017), pudiendo tratarse realmente de una especie nativa (Ocaña *et al.*, 2015). En el Mediterráneo se conoce el caso de *Oculina patagonica* de Angelis, 1908 (Oculinidae), coral al que se le atribuye un proceso de introducción mediante el mismo vector desde Sudamérica (Zibrowius, 1974 y 1980), aunque hay una reciente controversia al respecto de su origen e identificación (Leydet & Hellberg, 2015; Leydet, 2016). Esta especie está experimentando una rápida ex-

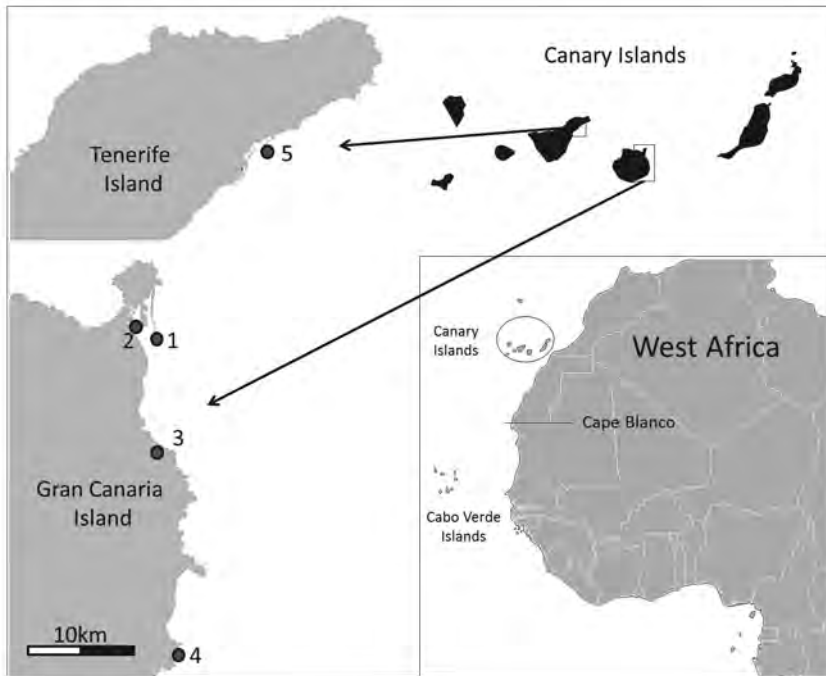
pansión, favorecida por el cambio climático y la intensa antropización de la cuenca mediterránea (Fine *et al.*, 2001; Sartoretto *et al.*, 2008; Serrano *et al.*, 2012; Salomidi *et al.*, 2013; Leydet, 2016).

La biodiversidad marina de las islas Canarias está afectada actualmente por un notable proceso de tropicalización (Brito *et al.*, 2005; Sangil *et al.*, 2010; Falcón *et al.*, 2015; Falcón, 2015; Riera *et al.*, 2015; González *et al.*, 2017). La expansión natural de las áreas de distribución de especies tropicales tiene un peso importante en dicho proceso, pero en los últimos años la fuerza principal es la introducción debida al tráfico marítimo y especialmente a la existencia en los dos principales puertos, el de Las Palmas de Gran Canaria y el de Santa Cruz de Tenerife, de un elevado tráfico de plataformas petrolíferas (Brito *et al.*, 2011; Clemente *et al.*, 2011; Falcón *et al.*, 2015; Falcón, 2015; Triay-Portella *et al.*, 2015; Pajuelo *et al.*, 2016). Proceden principalmente de diversas zonas tropicales, tanto del Atlántico como de otros enclaves (Falcón, 2015; Pajuelo *et al.*, 2016), y permanecen mucho tiempo atracadas para su mantenimiento. Es bien sabido que estas plataformas acumulan y transportan una gran cantidad de organismos incrustados en sus cascos, sobre todo sin han permanecido largos periodos en la zona de perforación, llegando a formarse verdaderas estructuras arrecifales (Ferreira *et al.*, 2006; Sanmarcos *et al.*, 2012; Kolian *et al.*, 2013; Friedlander *et al.*, 2014; Creed *et al.*, 2017).

Desde hace varios años conocemos que algunas de las plataformas que arriban a los puertos canarios transportan corales del género *Tubastraea*, en algún caso formando grandes masas incrustadas en el casco. Pero sólo recientemente, en 2016, en el curso de un estudio sobre las especies exóticas en los puertos mencionados, se ha podido constatar la presencia de colonias de escleractinias no nativas (ver especies nativas en Zibrowius, 1980; Brito & Ocaña, 2004) desarrollándose en un dique del Puerto de Las Palmas de Gran Canaria, concretamente en el dique de atraque de las plataformas petrolíferas (Pajuelo *et al.*, 2016), y en un dique y otras estructuras artificiales del de Santa Cruz de Tenerife no lejos de la zona de atraque de dichos navíos. Estas mismas especies fueron posteriormente también detectadas en otras zonas de Gran Canaria por buceadores expertos, que han informado mediante fotografías y datos de localización a la RedPromar, una red de ciencia ciudadana del Gobierno de Canarias, y también en el curso de trabajos de investigación recientes sobre especies introducidas. La constatación de la presencia de dichas especies, de su vía de llegada y del progreso inicial del proceso de colonización y expansión es el objeto del presente trabajo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las especies estudiadas se registraron (datos de presencia y estimas aproximativas de densidad) mediante fotografías en inmersión. Inicialmente en la zona portuaria de Las Palmas de Gran Canaria, en el dique más externo del puerto (Reina Sofía) (Figura 1), el de atraque de las plataformas petrolíferas, en el curso de un estudio inicial sobre el fouling asociado a las estructuras artificiales sumergidas en entornos portuarios, realizados en noviembre de 2016. Posteriormente fueron también localizadas en zonas del entorno portuario y en otras localidades más alejadas de la misma isla, mediante la aportación de datos e imágenes proporcionadas por buceadores a la RedPromar (red de ciencia ciuda-



**Figura 1.-** Localidades de Gran Canaria y Tenerife donde se ha registrado la presencia de los corales introducidos: 1) Dique exterior del Puerto de Las Palmas; 2) Las Alcaravanas; 3) Jinamar; 4) El Cabrón; 5) Marina deportiva del puerto de Santa Cruz de Tenerife.

dana) y durante el desarrollo del proyecto europeo MIMAR (MAC/4.6D/066), cofinanciado por el Programa INTERREG V-A MAC 2014-2020, que aborda el estudio de las especies introducidas. Las localidades donde se registraron colonias de estas escleractinias alóctonas, por orden de alejamiento del puerto, fueron: Las Alcaravanas (UTMx: 458.060, UTM y: 3.111.600), Jinamar (UTMx: 461.780, UTM y: 3.100.580) y El Cabrón (UTMx: 462.390, UTM y: 3.083.050) (Figura 1). La localización de colonias en el puerto de Santa Cruz de Tenerife (Figura 1) se produjo recientemente, en julio de 2017, en el curso del desarrollo del mencionado proyecto de investigación.

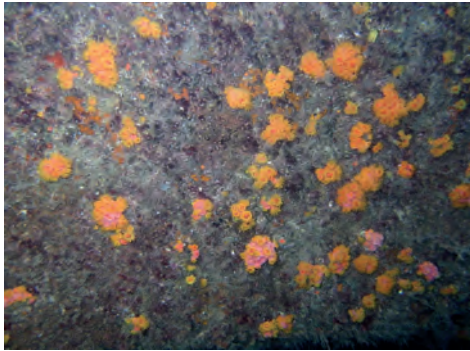
Se examinaron también fotografías, obtenidas en 2015, de los cascos de algunas de las plataformas petrolíferas atracadas en el puerto de las Palmas de Gran Canaria. Para la identificación de las especies se examinaron las estructuras esqueléticas de los coralitos de dos pequeños fragmentos de colonias, obtenidos en las localidades de Jinamar y Las Alcaravanas, y de tres colonias completas obtenidas en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Igualmente, se examinaron dos colonias colectadas hace una década en el casco de un barco atracado en el puerto de Las Palmas.

## RESULTADOS

El estudio de los datos, las fotos y las muestras puso de manifiesto la presencia de dos especies de escleractinias alóctonas, no registradas anteriormente en las islas Canarias, asentadas en el puerto de Las Palmas de Gran Canaria y su entorno cercano y lejano, pues una de ellas se localiza ya a gran distancia de dicho punto de introducción; esta misma especie se desarrolla también en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se trata del coral azooxantelado, de color naranja, que presenta las características particulares atribuidas en el género *Tubastraea* (Cairns, 2000, 2001; Cairns & Kitahara, 2012), abundante en ambos puertos y también con importante presencia en la localidad de Jinamar (Figura 2). Aunque la taxonomía de este género presenta cierta complejidad, como veremos posteriormente, la forma de las colonias, su color, el tamaño de los coralitos y la disposición de los septos en los coralitos examinados (Figura 2 F) identifican a *Tubastraea coccinea* (Cairns, 1999; 2000; Silva *et al.*, 2011; Creed *et al.*, 2017).

Las imágenes disponibles de 2015 muestran una altísima densidad de *Tubastrea* en algunas de las plataformas petrolíferas, prácticamente cubriendo todo el fondo (Figura 3), aunque la presencia de estos corales en el fouling de embarcaciones atracadas en el puerto de Las Palmas de Gran Canaria la teníamos registrada ya desde hace una década. En noviembre de 2016, en la primera oportunidad de examinar la zona portuaria, se encontraron ya altas densidades de *Tubastraea* en las paredes verticales de la cara interior del dique portuario más externo, entre 2 y 4 m de profundidad (Figura 2 A-B), indicando que el proceso de colonización se había iniciado hacía algún tiempo. Posteriormente, las imágenes tomadas a unos 11 km al sur (Jinamar) a principios de 2017 mostraron también colonias bien desarrolladas y un proceso de colonización notable en el medio natural (Figura 2 C), con más de 10 colonias en paredes verticales y extraplomos entre 7-12 m de profundidad. En la localidad más alejada (El Cabrón, situada a unos 30 km del puerto) se localizó una sola colonia también en 2017, en una oquedad a 14 m de profundidad. En el puerto de Santa Cruz de Tenerife se localizaron recientemente, en julio de 2017, pero los usuarios de la zona nos indican que las observaron por primera vez en 2014. Se encuentran a 1-2 m de profundidad en sustratos artificiales (pantalanes de atraque de la marina deportiva) (Figura 2 E).

De la otra especie se tienen imágenes de dos colonias localizadas en la misma pared del puerto de Las Palmas, a unos 4-6 m de profundidad (Figura 4 A y B), y de 10 colonias —las mayores de unos 20 cm— en superficies rocosas de intensidad luminosa media, entre 1 y 7 m de profundidad, en la costa situada al abrigo del puerto (playa de Las Alcaravaneiras) (Figura 4 C-E). Se trata de colonias incrustantes, de coralitos pequeños (máximo 3,5 mm de diámetro), muy regulares y dispuestos en alta densidad. En vivo tienen una coloración marrón, que indica presencia de zooxantelas, salvo una de las localizadas en el puerto, que es blanquecina-rosada. La morfología de las colonias, su color, el tipo de gemación, la densidad y tamaño de los coralitos, la disposición de los septos y el tipo de columela responden a las características descritas para *Oculina patagonica* por Zibrowius (1976 y 1980), una especie que presenta una alta variabilidad morfológica. No obstante, dada la complejidad taxonómica de este grupo de oculínidos y el grado de incertidumbre existente sobre el origen de la mencionada especie, será necesario realizar estudios morfológicos y moleculares complementarios.



**A**



**B**



**C**



**D**



**E**

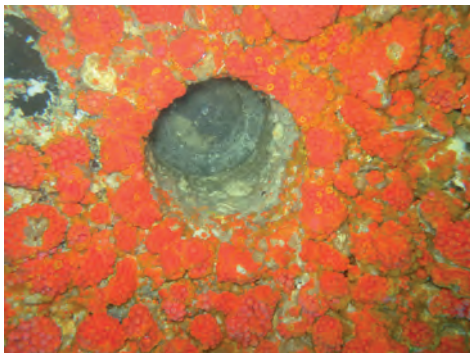


**F**

**Figura 2.-** *Tubastraea coccinea*. A y B: colonias en la pared del dique exterior del Puerto de Las Palmas de Gran Canaria; C y D: colonias en la localidad de Jinamar; E-F: colonia viva y estructura esquelética del mismo ejemplar (x 1,7) del puerto de Santa Cruz de Tenerife.



A



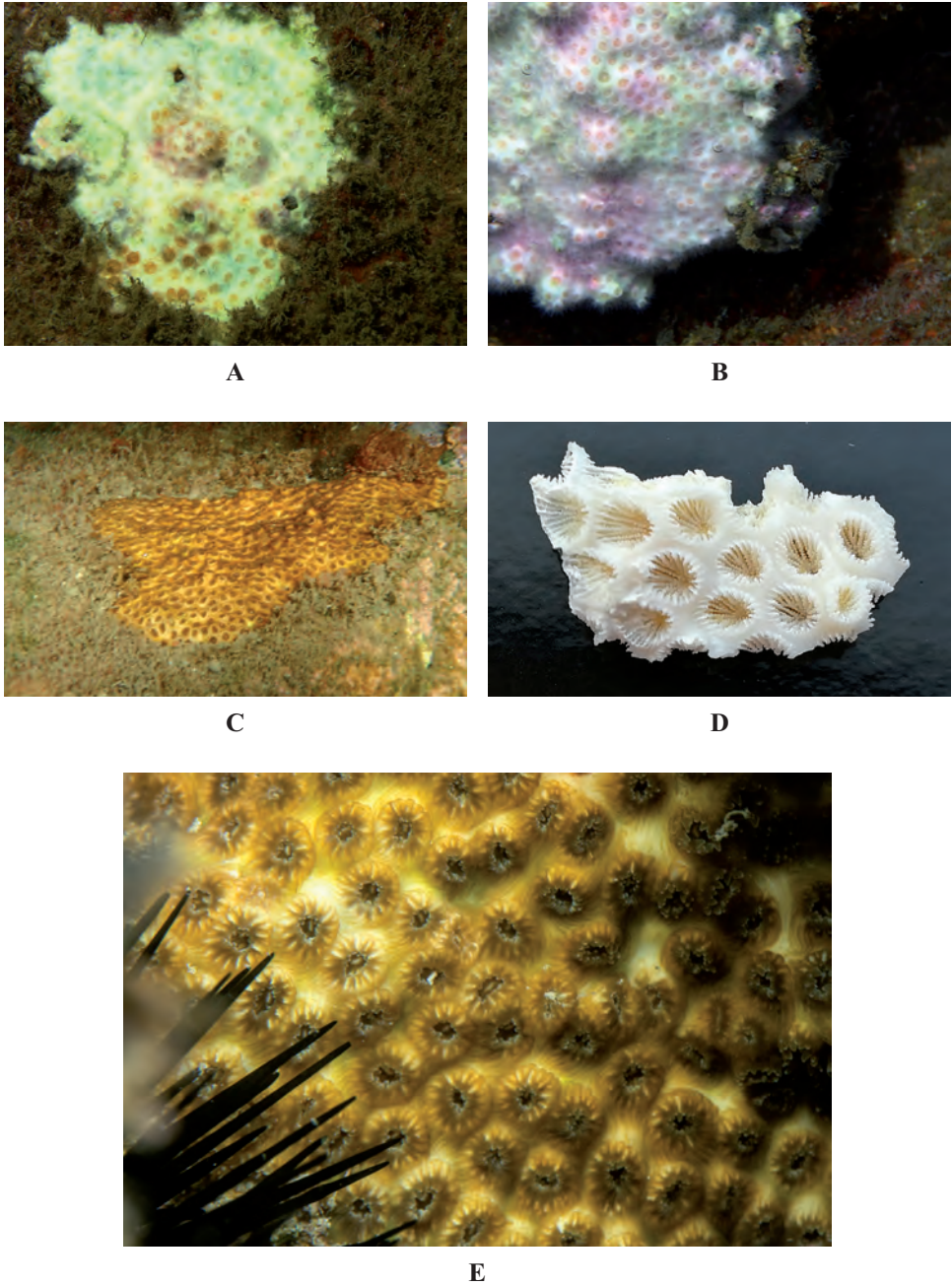
B



C

**Figura 3.-** *Tubastraea cocinea*. A: casco de una plataforma petrolífera atracada en el Puerto de Las Palmas de Gran Canaria densamente cubierto de estos corales y peces tropicales asociados (acantúridos). B y C: detalles de las colonias de corales en el casco de la misma plataforma.





**Figura 4.-** *Oculina patagonica*. A y B: colonias desarrollándose en la pared del dique exterior del Puerto de Las Palmas de Gran Canaria; C: una de las colonias de Las Alcaravanas; D: estructuras esqueléticas en un fragmento de la colonia C (x 1,8); E: detalle de una de las colonias de Las Alcaravanas.

## DISCUSIÓN

Las dos especies de corales se registran por primera vez en las islas Canarias, una región en la que la fauna de escleractinias litorales es bien conocida (Zibrowius, 1978; Zibrowius, 1980; Brito & Ocaña, 2004); tampoco se encuentran en el registro fósil cuaternario, en el que sí aparece otra especie tropical como *Siderastrea radians* (Zibrowius & Brito, 1986; Brito & Ocaña, 2004). Los datos de localización y desarrollo muestran claramente que ambas especies han sido introducidas por el tráfico marítimo, formando parte del fouling incrustado en el casco de embarcaciones, y que la *Tubastraea* está expandiendo rápidamente sus poblaciones en Gran Canaria; en el caso de la *Oculina* todas las colonias se encuentran en diques del puerto y en un fondo rocoso de la costa al abrigo del puerto, no habiéndose detectado aún su expansión a zonas externas. La colonización parece un proceso reciente y muy probablemente se relaciona con la llegada, sobre todo a partir de 2011, de plataformas petrolíferas a los dos principales puertos canarios, la mayoría procedentes de diferentes zonas tropicales del Atlántico (Brasil, el Caribe, Golfo de Guinea), pero también del Indo-Pacífico y El Mediterráneo (Falcón, 2015; Pajuelo *et al.*, 2016). Estos navíos, con su lenta navegación, se comportan en ocasiones como arrecifes flotantes, y han transportado hasta Canarias una notable cantidad de fauna tropical asociada (Brito *et al.*, 2011; Falcón *et al.*, 2015; Triay-Portella *et al.*, 2015; Falcón, 2015; Pajuelo *et al.*, 2016). Como se observa en la Figura 3, el fouling asociado a algunos de estos navíos presenta un recubrimiento muy denso de *Tubastraea*, probablemente después de una permanencia larga en las zonas de exploración petrolífera. De esta forma se ha podido generar una alta presión de propágulos en los puertos, desencadenando el proceso de colonización; no obstante, ya desde hace una década se colectaron colonias en el casco de barcos arribados al puerto de Las Palmas.

La colonización de las plataformas petrolíferas y otros sustratos artificiales por *Tubastraea* en áreas tropicales es un fenómeno bien conocido. En el Atlántico se ha registrado tanto en la costa americana como en el Golfo de Guinea, con frecuencia en muy altas densidades en las plataformas más antiguas (Ferreira *et al.*, 2006; De Paula & Creed, 2004; Friedlander *et al.*, 2014; Sanmarco *et al.*, 214; Creed *et al.*, 2017). En el caso de *Oculina* no conocemos ninguna referencia al respecto, pero sí casos de colonias viviendo en hábitats artificiales (Zibrowius, 1974; Fine *et al.*, 2001; Sartoretto *et al.*, 2008). En concreto, Sartoretto *et al.* (2008) señalan que *O. patagonica* se encuentra tanto en zonas prístinas como en marinas, puertos, zonas industriales y áreas muy contaminadas.

Sin duda, las actuales condiciones ambientales de Canarias, donde las temperaturas superficiales han aumentado con el cambio climático (Vélez *et al.*, 2015), con un rango actual entre 17 y 25 °C y una media de 21 °C, han favorecido el asentamiento y expansión de *T. coccinea*, una especie termófila pero con un amplio rango de tolerancia térmica (Batista *et al.*, 2017). La biodiversidad marina canaria ha experimentado desde mediados de la década de los noventa un proceso de tropicalización que parece directamente relacionado con dicho aumento de temperatura (Brito *et al.*, 2005; Sangil *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2010; Falcón *et al.*, 2015; Falcón, 2015; Riera *et al.*, 2015; González *et al.*, 2017). En muchos casos se trata de la expansión natural del área de distribución de las especies, pues las Islas Canarias se encuentran no muy lejos del frente térmico de Cabo Blanco (Mauritania) y la frontera biogeográfica en la que se produce ya una notable discontinuidad entre las fau-

nas templado-cálidas y las tropicales (Spalding *et al.*, 2007; Almada *et al.*, 2013 ). En otros casos, particularmente en el de especies que se localizan en los puertos y su entorno próximo, se puede sospechar con fundamento de una introducción con el transporte marítimo como vector (aguas de lastre, fouling, rafting bajo plataformas petrolíferas) (Brito & Falcón, 1996; Brito *et al.*, 2005; Brito *et al.*, 2011; Clemente *et al.*, 2011; Falcón *et al.*, 2015; Falcón, 2015; Triay-Portella *et al.*, 2015; Pajuelo *et al.*, 2016). En el caso de las plataformas petrolíferas, la navegación lenta de estos navíos permite que los peces asociados lleguen lejos de sus áreas originales de distribución (Falcón *et al.*, 2015; Falcón, 2015; Triay-Portella *et al.*, 2015; Pajuelo *et al.*, 2016). Falcón *et al.* (2015) registran hasta ocho peces tropicales que han sido introducidos recientemente en Canarias por esta vía, al menos dos de los cuales se han expandido, se reproducen y mantienen poblaciones en Gran Canaria.

En cuanto a la identificación de los dos corales, la taxonomía de ambos géneros es compleja e incluso actualmente los estudios moleculares cuestionan la validez de algunas especies (Eytan *et al.*, 2009; Arrigoni *et al.*, 2014). En el caso de *Tubastraea*, algunas de las especies descritas no se han podido aún confirmar con métodos moleculares y hay confusiones (Arrigoni *et al.*, 2014; Ocaña *et al.*, 2015; Capel *et al.*, 2016; Creed *et al.*, 2017).), necesitando una revisión. Los primeros autores, usando estas técnicas moleculares, reconocen siete especies, rescatando algunas de las sinonimizadas y poniendo de manifiesto que caracteres como la disposición de los septos no parecen válidos para distinguir las especies. Las tres especies actuales de *Tubastraea* presentes en las costas atlánticas americanas se califican como introducidas en la década de 1940s del Indo-Pacífico, océano al que se le atribuye el origen de este género (Cairns, 2000, 2001; Creed *et al.*, 2017); dos de ellas se consideran poderosas invasoras, *T. tagusensis* y *T. coccinea* (Riul *et al.*, 2013; Silva *et al.* 2014; Miranda *et al.*, 2016; Creed *et al.*, 2017), pero también la tercera, *T. micranthus*, se está expandiendo (Sanmarco *et al.*, 2014; Sanmarco *et al.*, 2017; Creed *et al.*, 2017). En el Atlántico oriental tropical existen citas antiguas atribuibles a este género y también recientes como *Tubastraea* sp., *T. coccinea* y *T. aurea* (Chevalier, 1966; Laborel, 1974; Boekschoten & Best, 1988; Morri *et al.*, 1995, 2000; Friedlander *et al.*, 2014) y en 2015 se describió una nueva especie de las islas de Cabo Verde, *T. caboverdensis* Ocaña y Brito, 2015 (Ocaña *et al.*, 2015); también se menciona la presencia de *Tubastraea* en el registro fósil de yacimientos cuaternarios de varias zonas de las islas de Cabo Verde (Boekschoten & Best, 1988; Baarli *et al.*, 2012; Mayoral *et al.*, 2013 ). Laborel (1974) describió dos formas, una de las cuales parece corresponder a *T. coccinea* por su morfología y la otra a las características de *T. caboverdiana*, una especie muy abundante en las Islas de Cabo Verde (datos como *T. aurea* en Morri *et al.*, 1995, 2000; A. Brito obs. pers.) y de morfología claramente diferente (Ocaña *et al.*, 2015). Creed *et al.* (2017), en un exhaustivo y detallado estudio sobre el proceso invasivo generado por las especies de *Tubastraea*, plantean la cuestión de los registros para el Atlántico oriental como una situación ambigua, mostrando dudas sobre los mencionados fósiles pleistocénicos por la falta de figuras en los trabajos publicados. Pero, a nuestro entender, no sería extraño que la zona tropical del Atlántico oriental hubiese funcionado como un refugio climático para este género de corales, del que existen fósiles del mioceno tardío en Europa (Cairns, 2001), pues actualmente se encuentran en las Islas de Cabo Verde géneros y especies endémicas de peces considerados paleoendemismos, cuyos parientes más cercanos están en el Indo-Pacífico (Cooper *et al.*, 2014; Freitas, 2014).

También hay que tener en cuenta que en el Mediterráneo es muy común una escleractinia endémica muy próxima a *Tubastraea*, *Astroides calycularis* (Pallas, 1766). En cualquier caso, esperamos que los estudios genéticos y paleontológicos terminen por aclarar pronto esta cuestión.

El género *Oculina* tiene también una taxonomía muy confusa (Eytan *et al.*, 2009; Leydet & Hellberg, 2015). Las especies atribuidas a este género están distribuidas por el Atlántico Occidental tropical y el Mediterráneo. Según Eytan *et al.* (2009) son más tolerantes con el agua fría y turbia que cualquier otro coral tropical y pueden vivir en fondos ya profundos de la plataforma, presentando o no zooxantelas. Cuatro especies nominales existen en la costa norteamericana, desde Carolina del Norte hasta el Golfo de México y en Bermuda, si bien no muestran diferencias genéticas entre ellas según Eytan *et al.* (2009). La otra especie es *Oculina patagonica*, que está distribuida por el Mediterráneo y generalmente se la considera introducida desde Sudamérica, de donde fue descrita en base a fósiles y donde hasta ahora no se ha registrado viva (Zibrowius, 1974 y 1980; Fine *et al.*, 2001). No obstante, los estudios genéticos recientes de Leydet & Hellbeger (2015) ponen en duda esa posibilidad y plantean la hipótesis de una colonización reciente desde alguna zona desconocida del Atlántico oriental, sector de donde mencionan que también existen fósiles del mismo género. En este sentido, su introducción en Canarias no aporta ninguna luz al respecto, pues algunas de las plataformas petrolíferas arribadas al puerto de Las Palmas de Gran Canaria procedían del Mediterráneo (Falcón, 2015; Pajuelo *et al.*, 2016). Dos especies muy próximas, clasificadas en el género *Schizoculina* Wells, 1937 por su modo de gemación, viven las costas del Atlántico oriental tropical (Islas de Cabo Verde y Golfo de Guinea) (Laborel, 1970) y es necesario estudiar su relación con *O. patagonica* (Leydet & Hellbeger, 2015). No obstante, en principio el examen de fotografías de estas dos especies de las Islas de Cabo Verde, Sao Tome y Senegal, cedidas por el Dr. Peter Wirtz, muestra notables diferencias en la morfología de las colonias y los coralitos.

En cuanto al riesgo de invasión en Canarias, en principio y a corto-medio plazo podemos sospecharlo de la *Tubastraea* por su demostrada capacidad de expandirse rápido y recubrir los fondos en altas densidades, debido a su tipo de reproducción sexual y asexual, alta tasa de fecundidad y dispersión larvaria, crecimiento rápido, defensas químicas y agresividad competitiva (De Paula *et al.*, 2014; Lages *et al.*, 2010 a y b; Creed *et al.* (2017)). Existen estudios de la incidencia de las *Tubastraea* en ecosistemas arrecifales (Lages *et al.*, 2011; Dos Santos *et al.*, 2013; Miranda *et al.*, 2016), pero nada se conoce de su efecto en ecosistemas no coralinos de tipo subtropical. En el caso de la *Oculina*, su distribución actual restringida a la zona portuaria no permite plantear hipótesis sobre un riesgo de invasión a corto plazo, si bien, como hemos comentado, en el Mediterráneo se está expandiendo rápido (Sartoretto *et al.*, 2008; Serrano *et al.*, 2012; Salomidi *et al.*, 2013; Leydet, 2016); a esta especie, además de tolerancia ambiental, se le atribuye también una gran capacidad de dispersión y colonización relacionada con su tipo de reproducción y crecimiento (Fine *et al.*, 2001). En relación con su tolerancia térmica, según la distribución actual, recogida en los trabajos mencionados, y los datos experimentales de Kushmaro *et al.* (1998), las condiciones del mar canario son óptimas para su desarrollo. Sin duda, la presencia de estos corales modificará la estructura de las comunidades bentónicas en un ecosistema subtropical en el que los fondos iluminados someros están dominados por las algas, con escasa presencia

comparativamente de zoantídeos fotófilos, pero con zonas de blanquizales muy extensas generadas por el erizo *Diadema africanum* Rodríguez, Hernández, Clemente & Coppard, 2013 (Hernández *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2013). En los fondos costeros de intensidad luminosa media-baja dominan las algas coralíneas incrustantes, las esponjas, los briozoos y algunos corales azooxantelados como *Phyllangia mouchezii* (Lacaze-Duthiers, 1897) y otros zooxantelados como *Madracis*, especialmente *M. asperula* Milne Edwards & Haime, 1849 (Brito & Ocaña, 2004), que seguramente serán los componentes más afectados por la posible expansión de la *Tubastraea*.

Es necesario que las administraciones medioambientales, conjuntamente con los investigadores, planteen y desarrollen un monitoreo para valorar la expansión y el impacto de estos corales introducidos. No obstante, desde ahora podemos intuir que su presencia en un ecosistema subtropical con alto nivel de degradación juega a favor de la expansión.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es un homenaje a la memoria del querido compañero y amigo el Dr. Ignacio Lozano Soldevilla “Nacho”, profesor de la Universidad de La Laguna e investigador de la ictiofauna y las pesquerías canarias. Los autores quieren expresar su agradecimiento a Cristina Camacho, Fernando Estrella y José Juan Calderín Peñate por la aportación de datos y fotos. Al Dr. Peter Wirtz por el envío de imágenes de las especies de *Schizoculina*. Al Grupo de Medio Ambiente (GRUMA) del Cuerpo General de la Policía Canaria por la alerta de presencia de *Tubastraea* en Tenerife. Este trabajo se ha beneficiado del desarrollo del proyecto MIMAR MAC/4.6.d/066 (INTERREG MAC 2014-2020), del desarrollo del proyecto “*Efectos del cambio climático sobre los ecosistemas marinos litorales de Canarias: Indicadores de tropicalización*”, financiado por la Fundación CajaCanarias, y de las aportaciones públicas a la RedPromar del Gobierno de Canarias.

### BIBLIOGRAFÍA

- ALMADA, V.C., J.M. FALCÓN, A. BRITO, A. LEVY, S.R. FLOETER, J.I. ROBALO, J. MARTINS & F. ALMADA (2013). Complex origins of the Lusitania biogeographic province and northeastern Atlantic fishes. *Frontiers of Biogeography*, 5(1): 20-28.
- ARRIGONI, R., Y.F. KITANO, J. STOLARSKI, B.W. HOEKSEMA, H. FUKAMI, F. STEFANI, P. GALLI, S. MONTANO, E. CASTOLDI & F. BENZONI (2014). A phylogeny reconstruction of the Dendrophylliidae (Cnidaria, Scleractinia) based on molecular and micromorphological criteria, and its ecological implications. *Zoologica Scripta*, 43: 661-688.
- BAARLI, B.G., A. SANTOS, E. MAYORAL, J. LEDESMA-VÁZQUEZ, M. JOHNSON, C.M. DA SILVA & M. CACHÃO (2012). What Darwin did not see: Pleistocene fossil assemblages on a high-energy coast at Ponta das Bicudas, Santiago, Cape Verde Islands. *Geological Magazine*, 150 (1): 183-189.
- BATISTA, D., J.E. ARRUDA, H.B. MESSANO, L. ALTVATER, R. CANDELLA, L. MACHADO, L. V. RESENDE, M. APOLINÁRIO & R. COUTINHO (2017). Distribution of the invasive orange cup

- coral *Tubastraea coccinea* Lesson, 1829 in an upwelling area in the South Atlantic Ocean fifteen years after its first record. *Aquatic Invasions*, 12 (1): 23-32.
- BOEKSCHOTEN, G.J. & M.B. BEST (1988). Fossil and recent shallow water corals from the Atlantic islands off western Africa. *Zoologische Mededelingen*, 62 (8): 99-111.
- BRITO, A. & J.M. FALCÓN (1996). Capture of the St. Helena butterflyfish, *Chaetodon sanctaehelenae* (Chaetodontidae) in the Canary Islands. *Cybium*, 20 (1): 99-100.
- BRITO, A. & O. OCAÑA (2004). *Corales de las Islas Canarias. Antozoos con esqueleto de los fondos litorales y profundos*. Francisco Lemus Editor, 477 pp.
- BRITO, A., J. M. FALCÓN & R. HERRERA (2005). Sobre la tropicalización reciente de la ictiofauna litoral de las islas Canarias y su relación con cambios ambientales y actividades antrópicas. *Vieraea*, 33: 515-525.
- BRITO, A., S. CLEMENTE & R. HERRERA (2011). On the occurrence of the African hind, *Cephalopholis taeniops*, in the Canary Islands (eastern subtropical Atlantic): introduction of large-sized demersal littoral fishes in ballast water of oil platforms? *Biological Invasions*, 13: 2185-2189.
- CAIRNS, S.D. (1991). A revision of the ahermatypic Scleractinia of the Galápagos and Cocos islands. *Smithson. Contrib. Zool.*, 504:1-56
- CAIRNS, S.D. (2000). A revision of the shallow-water azooxanthellate Scleractinia of the Western Atlantic. *Stud. Nat. Hist. Caribb.*, 75:1-240.
- CAIRNS, S.D. (2001). A generic revision and phylogenetic analysis of the Dendrophylliidae (Cnidaria: Scleractinia). *Smithson. Contrib. Zool.*, 615:1-75
- CAIRNS, S.D. & M.V. KITAHARA (2012). An illustrated key to the genera and subgenera of the Recent azooxanthellate Scleractinia (Cnidaria, Anthozoa), with an attached glossary. *ZooKeys*, 227: 1-47.
- CAPEL, K.C.C., A.E. MIGOTTO, C. ZILBERBERG, M.F. LIN, Z. FORSMAN, D.J. MILLER & M.V. KITAHARA (2016). Complete mitochondrial genome sequences of Atlantic representatives of the invasive Pacific coral species *Tubastraea coccinea* and *T. tagusensis* (Scleractinia, Dendrophylliidae): Implications for species identification. *Gene*, 590: 270-277.
- CARALT, S. & E. CEBRIÁN (2013). Impact of an invasive alga (*Womersleyella setacea*) on sponge assemblages: compromising the viability of future populations. *Biol. Invasions*, 15: 1591-1600.
- CARLTON, J.T. (2009). Deep invasion ecology and the assembly of communities in historical time. In: Rilov G., Crooks J. (eds) *Biological invasions in marine ecosystems*. Springer, pp 13-56.
- CLEMENTE, S., A. RODRÍGUEZ, A. BRITO, A. RAMOS, Ó. MONTERROSO & J.C. HERNÁNDEZ (2011). On the occurrence of the hydrocoral *Millepora* (Hydrozoa: Milleporidae) in the subtropical eastern Atlantic (Canary Islands): is the colonization related to climatic events? *Coral Reefs*, 30: 237-240.
- CREED, J.C. (2006). Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. *Coral Reefs*, 25: 350.
- CREED, J.C., D. FENNER, P. SAMMARCO, S. CAIRNS, K. CAPEL, K., A.O.R. JUNQUEIRA, I. CRUZ, R.J. MIRANDA, L. CARLOS-JUNIOR, M.CH. MANTELATTO & S. OIGMAN-PSZCZOL

- (2017). The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biol. Invasions*, 19: 283-305.
- COOPER, W.J., R.C. ALBERTSON, R.E. JACOB & M.W. WESTNEAT (2014). Re-description and reassignment of the damselfish *Abudefduf luridus* (Cuvier, 1830) using both traditional and geometric morphometric approaches. *Copeia*, 2014: 473-480.
- CHEVALIER, J.P. (1966) Contribution a l'étude des Madréporaires des côtes occidentales de l'África tropicale Part II. *Bulletin de I.F.A.N.*, 28, sér. A: 1356-1405.
- DE PAULA, A.F. & J.C. CREED (2004). Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. *Bull. Mar. Sci.*, 74: 175-183.
- DE PAULA, A.F., D. O. PIRES & J. C. CREED (2014). Reproductive strategies of two invasive sun corals (*Tubastraea* spp.) in the southwestern Atlantic. *J.Mar. Biol. Ass. UK*, 94(3): 481-492.
- DOS SANTOS, L.A.H., F.V. RIBEIRO & J.C. CREED (2013). Antagonism between invasive pest corals *Tubastraea* spp. and the native reef-builder *Mussismilia hispida* in the southwest Atlantic. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 449:69-76.
- EYTAN, R.I., M. HAYES, P. ARBOUR-REILY, M. MILLER & M. E. HELLBERG (2009). Nuclear sequences reveal mid-range isolation of an imperilled deep-water coral population. *Molecular Ecology*, 18: 2375-2389.
- FALCÓN, J.M. (2015). *Ictiofauna de las Islas Canarias. Análisis biogeográfico*. Tesis doctoral, Universidad de La Laguna, 310 pp.
- FALCÓN, J. M., R. HERRERA, O. AYZA & A. BRITO (2015). New species of tropical littoral fish found in Canarian waters. Oil platforms as a central introduction vector. *Rev.Acad. Canar. Cienc.*, XXVII: 67-82.
- FENNER, D. & K. BANKS (2004). Orange cup coral *Tubastraea coccinea* invades Florida and the Flower Garden Banks, Northwestern Gulf of Mexico. *Coral Reefs*, 23: 505-507.
- FERREIRA, C. E. L., J.E.A. GONÇALVES & R. COUTINHO (2006). Ship hulls and oil platforms as potential vector to marine species introduction. *J. Coastal Research*, 39: 1340-1345.
- FINE, M., H. ZIBROWIUS & Y. LOYA (2001). *Oculina patagonica*: a non-lessepsian scleractinian coral invading the Mediterranean. *Marine Biology*, 138: 1195-1203.
- FREITAS, R. (2014). The coastal ichthyofauna of the Cape Verde Islands: a summary and remarks on endemism. *Zoologia Caboverdiana*, 5 (1): 1-13.
- FRIEDLANDER A.M., E. BALLESTEROS, M. FAY & E. SALA (2014). Marine Communities on oil Platforms in Gabon, West Africa: High biodiversity oases in a low biodiversity environment. *PLoS ONE*, 9(8): e103709.
- GONZÁLEZ, J.A., R. TRIAY-PORTELLA, A. ESCRIBANO, J. A. CUESTA (2017). Northernmost record of the pantropical portunid crab *Cronius ruber* in the eastern Atlantic (Canary Islands): natural range extension or human-mediated introduction? *Scientia Marina*, 81(1): 81-89.
- KOLIAN, S. R., S. PORTER, P.W. SAMMARCO & E.W. CAKE JR (2013). Depuration of Macondo (MC-252) oil found in heterotrophic scleractinian corals (*Tubastrea coccinea* and *Tubastrea micranthus*) on offshore oil/gas platforms in the Gulf. *Gulf and Caribbean Research*, 25: 99-103.

- KUSHMARO, A., E. ROSENBERG, M. FINE, Y. BEN HAIM & Y. LOYA (1998). Effect of temperature on bleaching of the coral *Oculina patagonica* by *Vibrio* AK-1. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 171: 131-137.
- HERNÁNDEZ, J.C., S. CLEMENTE, C. SANGIL & A. BRITO (2008). The key role of the sea urchin *Diadema* aff. *antillarum* in controlling macroalgae assemblages throughout the Canary Islands (eastern subtropical Atlantic): An spatio-temporal approach. *Marine Environmental Research*, 66: 259-270.
- HERNÁNDEZ, J.C., S. CLEMENTE, D. GIRARD, Á. PÉREZ-RUZAFÁ & A. BRITO (2010). Effect of temperature on settlement and postsettlement survival in a barrens-forming sea urchin. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 413: 69-80.
- LABOREL, J. (1974). West African reef corals: A hypothesis on their origin. In: *Proceedings of 2nd International Coral Reef Symposium*, pp. 425-442.
- LAGES, B.G., B.G. FLEURY, A.C. PINTO & J.C. CREED (2010a). Chemical defenses against generalist fish predators and fouling organisms in two invasive ahermatypic corals in the genus *Tubastraea*. *Mar. Ecol.*, 31: 473-482.
- LAGES, B.G., B.G. FLEURY, C.M. REZENDE, A.C. PINTO & J.C. CREED (2010b). Chemical composition and release in situ due to injury of the invasive coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia). *Braz. J. Oceanogr.*, 58: 47-56.
- LAGES, B.G., B. G. FLEURY, C. MENEGOLA, J. C. CREED (2011). Change in tropical rocky shore communities due to an alien coral invasion. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 438: 85-96.
- LEYDET, K.E.P. (2016). *Phylogeography of Oculina corals and their algal symbionts: Insights into the origin and expansion of Oculina patagonica in the Mediterranean*. LSU Doctoral Dissertations, 537, 118 pp.
- LEYDET K.P. & M.E. HELLBERG (2015). The invasive coral *Oculina patagonica* has not been recently introduced to the Mediterranean from the western Atlantic. *BMC Evolutionary Biology*, 15:79.
- MAYORAL, E., J. LEDESMA-VAZQUEZ, B.G. BAARLI, A. SANTOS, R. RAMALHO, M. CACHÃO, C.M. DA SILVA & M.E. JOHNSON (2013). Ichnology in oceanic islands; case studies from the Cape Verde Archipelago. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 381-382: 47-66.
- MIRANDA, R.J., I.C.S. CRUZ & F. BARROS (2016). Effects of the alien coral *Tubastraea tagusensis* on native coral assemblages in a southwestern Atlantic coral reef. *Marine Biology*, 163:45.
- MOLNAR, J.L., R. L. GAMBOA, C. REVENGA & M. D. SPALDING (2008). Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Front. Ecol. Environ.*, 6: 485-492.
- MORRI, C. & C.N. BIANCHI (1995). Cnidarian zonation at Ilha do Sal (Arquipélago de Cabo Verde). *Beiträge zur Paläontologie*, 20: 41-49.
- MORRI C., R. CATTANEO-VIETTI, G. SARTONI & C.N. BIANCHI (2000). Shallow epibenthic communities of Ilha do Sal (Cape Verde Archipelago, Eastern Atlantic). *Arquipélago, Life and marine Sciences*, 2 (A): 157-165.
- OCAÑA, O., J.C. DEN HARTOG, A. BRITO, L. MORO, R. HERRERA, J. MARTÍN, A. RAMOS, E. BALLESTEROS & J. J. BACALLADO (2015). A survey on Anthozoa and its habitats along the Northwest African coast and some islands: new records, descriptions of new taxa and



- biogeographical, ecological and taxonomical comments. Part I. *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, 27: 9-66.
- PAJUELO, J.G., J.A. GONZÁLEZ, R. TRIAY-PORTELLA, J.A. MARTÍN, R. RUIZ-DÍAZ, J.M. LORENZO & Á. LUQUE (2016). Introduction of non-native marine fish species to the Canary Islands waters through oil platforms as vectors. *Journal of Marine Systems*, 163: 23-30.
- PIAZZI, L., D. BALATA, F. BULLERI, P. GENNARO & G. CECCHERELLI (2016). The invasion of *Caulerpa cylindracea* in the Mediterranean: the known, the unknown and the knowable. *Marine Biology*, 163:161.
- RIERA, R., C. SANGIL & M. SANSON (2015). Long-term herbarium data reveal the decline of a temperate-water algae at its southern range. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 165: 159-165.
- RIUL, P., C. TARGINO, L. JÚNIOR, J. CREED, P. HORTA & G. COSTA (2013). Invasive potential of the coral *Tubastraea coccinea* in the southwest Atlantic. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 480:73-81.
- RODRÍGUEZ, A., J.C. HERNÁNDEZ, S. CLEMENTE & S.E. COPPARD (2013). A new species of *Diadema* (Echinodermata: Echinoidea: Diademataidae) from the eastern Atlantic Ocean and a neotype designation of *Diadema antillarum* (Philippi, 1845). *Zootaxa*, 3636 (1): 144-170.
- SALOMIDI, M., S. KATSANEVAKIS, Y. ISSARIS, K. TSIAMIS & N. KATSIARAS (2013). Anthropogenic disturbance of coastal habitats promotes the spread of the introduced scleractinian coral *Oculina patagonica* in the Mediterranean Sea. *Biol. Invasions*, 15: 1961-1971.
- SAMMARCO, P.W., D. A. BRAZEAU & J. SINCLAIR (2012). Genetic connectivity in scleractinian corals across the Northern Gulf of Mexico: oil/gas platforms, and relationship to the Flower Garden Banks. *PLoSOne*, 7 (4): e30144.
- SAMMARCO, P.W., S.A. PORTER, J. SINCLAIR & M. GENAZZIO (2014). Population expansion of a new invasive coral species, *Tubastraea micranthus*, in the northern Gulf of Mexico. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 495: 161-173.
- SAMMARCO, P.W., D.A. BRAZEAU, M. MCKOINC & K.B. STRYCHAR (2017). *Tubastraea micranthus*, comments on the population genetics of a new invasive coral in the western Atlantic and a possible secondary invasion. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.*, 490: 56-63.
- SANGIL, C., M. SANSÓN, J. AFONSO-CARRILLO & L. MARTÍN (2010). Extensive off-shore meadows of *Penicillus capitatus* (Udoteaceae, Chlorophyta) in the Canary Islands (Eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina*, 53: 183-187.
- SARTORETTO, S., J.-G. HARMELIN, F. BACHET, N. BEJAOUI & H. ZIBROWIUS (2008). The alien coral *Oculina patagonica* De Angelis 1908 (Cnidaria; Scleractinia) in Algeria and Tunisia. *Aquatic Invasions*, 3(2):173-180.
- SEEBENS, H., M.T. GASTNER & B. BLASIUS (2013). The risk of marine bioinvasion caused by global shipping. *Ecol. Lett.*, 16: 782-790.
- SERRANO, E., R. COMA & M. RIBES (2012). A phase shift from macroalgal to coral dominance in the Mediterranean. *Coral Reefs*, 31: 1199.

- SILVA, A.G., A.F. PAULA, B.G. FLEURY & J.C. CREED (2014) Eleven years of range expansion of two invasive corals (*Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*) through the southwest Atlantic (Brazil). *Estuar. Coast Shelf Sci.*, 141: 9-16.
- SILVA, A.G., R.P. LIMA, A.N. GOMES, B.G. FLEURY & J.C. CREED (2011). Expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* into the Tamoios Ecological Station Marine Protected Area, Brazil. *Aquatic Invasions*, 6 (1): S105-S110.
- SPALDING, M.D., H.E. FOX, G.R. GERALD, N. DAVIDSON, Z.A. FERDAÑA, M. FINLAYSON, B.S. HALPERN, M.A. JORGE, A.L. LOMBANA, S.A. LOURIE, K.D. MARTIN, E. MCMANUS, J. MOLNAR, CH.A. RECCHIA & J. ROBERTSON (2007). Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*, 57 (7): 573-583.
- THOMSEN, M.S., J. E. BYERS, D.R. SCHIEL, J.F. BRUNO, J.D. OLDEN, T. WERNBERG & B.R. SILLIMAN (2014). Impacts of marine invaders on biodiversity depend on trophic position and functional similarity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 495: 39-47.
- TRIAY-PORTELLA, R., J. G. PAJUELO, P. MANENT, F. ESPINO, R. RUIZ-DÍAZ, J. M. LORENZO & J. A. GONZÁLEZ (2015). New records of non-indigenous fishes (Perciformes and Tetraodontiformes) from the Canary Islands (north-eastern Atlantic). *Cybium*, 39(3): 163-174.
- VÉLEZ-BELCHÍ, P., M. GONZÁLEZ-CARBALLO, M. D. PÉREZ-HERNÁNDEZ & A. HERNANDEZ-GUERRA (2015). Open ocean temperature and salinity trends in the Canary Current Large Marine Ecosystem. In: Valdés, L. and Déniz-González, I. (eds). *Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem*. IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, No. 115, pp. 299-308.
- VERGÉS, A., P. D. STEINBERG, M. E. HAY *et al.* (24 autores) (2014). The tropicalization of temperate marine ecosystems: climate-mediated changes in herbivory and community phaseshifts. *Proc. R. Soc. B*, 281: 20140846.
- ZIBROWIUS, H. (1974). *Oculina patagonica*, scléactiniaire hermatypique introduit en Méditerranée. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, 26 (2): 153-173.
- ZIBROWIUS, H. (1978). Les scléactiniaires des grottes sous-marines en Méditerranée et dans l'Atlantique nord-oriental (Portugal, Madere, Canaries, Açores). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 40: 516-545.
- ZIBROWIUS, H. (1980). Les Scléactiniaires de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-oriental. *Mém. Inst. Océanogr.*, Monaco, 11: 1-284.
- ZIBROWIUS, H. & A. BRITO (1986). First Pleistocene records of the genus *Siderastrea* (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) from the Canary Islands. In: *El Cuaternario reciente de Canarias*. J. Meco y N. Petiiit-Maire, eds, Las Palmas-Marseille, pp. 43-50.