

# Bosques de gorgonias amenazados en el Parque Natural del Estrecho. Evaluación del estado de conservación e implementación de medidas de restauración. Proyecto GOTARES

María Montseny, Marta Florido, Carlos Navarro-Barranco y Pablo J. López González

Recibido: 24 de marzo de 2022 / Revisado: 20 de abril de 2022 / Aceptado: 28 de abril de 2022 / Publicado: 13 de octubre de 2022

## RESUMEN

Los bosques de gorgonias del Parque Natural del Estrecho tienen un alto valor ecológico y económico, ya que forman áreas de cría y alevinaje para numerosas especies y representan un aliciente para el turismo deportivo responsable (como el buceo). Sin embargo, actualmente, los bosques de gorgonias han sufrido una gran regresión en este entorno y se encuentran principalmente amenazados por la presencia, cada vez mayor, del alga invasora *Rugulopteryx okamurae* y el aumento de la temperatura del agua. En este contexto, el proyecto GOTARES evalúa la distribución y estado actual los bosques de gorgonias en la Isla de Tarifa, y plantea medidas de restauración para reforzar sus poblaciones, mediante técnicas de trasplantes.

**Palabras clave:** conservación marina, restauración ecológica, gorgonias, estrecho de Gibraltar, monitoreo

## ABSTRACT

The gorgonian forests of the Parque Natural del Estrecho have a high ecological and economic value, as they form breeding and nursery areas for numerous species and represent an incentive for responsible sports tourism (such as scuba diving). However, at present, gorgonian forests have suffered a major regression in this environment and are mainly threatened by the increasing presence of the invasive alga *Rugulopteryx okamurae* and rising water temperatures. In this context, the GOTARES project evaluates the distribution and current state of the gorgonian forests on the island of Tarifa, and proposes restoration measures to reinforce their populations through transplanting techniques.

**Keywords:** marine conservation, ecological restoration, gorgonian sea fans, Strait of Gibraltar, monitoring

## 1. INTRODUCCIÓN

Las gorgonias, pertenecientes al grupo de los cnidarios, son animales modulares, formadores de colonias que viven fijados a los fondos marinos. Se distribuyen por todos los mares y océanos del mundo, desde aguas poco profundas (10-15 metros) hasta los 6.400 m de profundidad (Pérez *et al.*, 2016). Junto con los corales escleractinias y esponjas, las gorgonias representan las principales especies ingenieras del ecosistema bentónico marino, ya que gracias a su estructura tridimensional

modifican el entorno facilitando el asentamiento de otras especies, y creando áreas de cría y alevinaje para muchas especies asociadas de interés ecológico y económico (Jones *et al.*, 1994; Paoli *et al.*, 2017). Pueden llegar a concentrarse en densas agrupaciones formando los llamados “bosques submarinos”, los cuales son núcleos de elevada biodiversidad (Rossi *et al.*, 2017a) y un aliciente para el turismo deportivo responsable (como el buceo) por lo tanto, un recurso económico importante a nivel local.

De forma similar a los árboles en el hábitat terrestre, las gorgonias se caracterizan por un largo ciclo de vida que suele superar las decenas de años. La mayoría de especies de gorgonias presentan tasas de crecimiento lentas, la maduración sexual tardía y éxito de reclutamiento limitado (Coma *et al.*, 1998; Linares *et al.*, 2007). Estas características las hacen ser muy vulnerables a los impactos actuales y futuros. En la actualidad, algunas de las amenazas más relevantes para las poblaciones de gorgonias son las actividades pesqueras, la práctica del buceo deportivo irresponsable, las especies invasoras, la polución y el aumento de la temperatura del mar, que pueden llegar a comprometer la viabilidad de sus poblaciones (Coma *et al.*, 2004; Kersting *et al.*, 2015). La desaparición de estas especies ingenieras no solo puede tener consecuencias negativas para la propia especie impactada, sino que también puede tener efectos indirectos en toda la comunidad, cambiando las condiciones del hábitat, entendiéndose régimen de flujo, disponibilidad de alimentos y refugio (Rossi *et al.*, 2017b).

Dada la importancia ecológica y económica de las poblaciones de gorgonias, sus características vitales y las amenazas actuales, hay un creciente interés en conservar y restaurar estos hábitats (Linares *et al.*, 2008a). La creación de espacios marinos protegidos (Bennecke *et al.*, 2017) y las acciones de restauración activa son hoy en día las mejores herramientas de gestión para conservar los ecosistemas marinos bentónicos y representan una oportunidad para revertir los daños antrópicos que hayan tenido lugar (Montseny *et al.*, 2019). Las actividades de restauración activa, a través de la acción directa del hombre, buscan acelerar la recuperación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (McDonald *et al.*, 2016) y son prácticas muy extendidas en los arrecifes someros de corales escleractinias y gorgonias en ambientes tropicales (Edwards y Gómez, 2007; Rinkevich, 2005).

### 1.1 Caso de estudio: la Isla de Tarifa (estrecho de Gibraltar)

La isla de Tarifa se sitúa dentro del Parque Natural del Estrecho (36° 0' 9.838" N; 5° 36' 36.565" O), siendo el punto más meridional del

continente europeo. El Estrecho es una zona de confluencia de placas tectónicas que separa dos continentes (África y Europa) y dos grandes masas de agua (Atlántico y Mediterráneo). Por esa razón, a nivel biológico es una zona singular y de gran importancia ya que constituye el límite de distribución de numerosas especies marinas, además de configurar un cuello de botella para las especies que migran a su través, y para los procesos de dispersión larvaria entre el Atlántico y el Mediterráneo. La zona conforma una de las áreas marinas de mayor diversidad biológica del litoral europeo, con numerosos endemismos y especies típicas tanto de la fauna templada del Atlántico europeo, del Mediterráneo y del noreste africano (García-Gómez y Magariño, 2010). Entre las especies de gorgonias que podemos encontrar en este enclave natural, destacamos la especie del presente estudio, la gorgonia blanca *Eunicella singularis* (Esper, 1794). Esta gorgonia es una de las especies más comunes en los fondos rocosos de entre 10-50 metros de profundidad del Mediterráneo occidental (Carpine y Grasshoff, 1975). Las colonias de *E. singularis* son de color blanco con los pólipos pardo-verdosos, debido a la presencia de algas simbiotas en vacuolas dentro de las células gastrodérmicas que realizan la fotosíntesis, produciendo oxígeno y moléculas orgánicas que son transferidas al citoplasma de las células de la gorgonia. Pueden llegar a alcanzar los 70 cm de longitud y presentan unas ramas flexibles de 5 mm de grosor, con ramificación principalmente en el tercio basal y ramas terminales alargadas con acusada tendencia a la verticalidad, en forma de candelabro (García-Gómez y Magariño, 2010). La mayoría de las especies de gorgonias las encontramos en ambientes esciáfilos (con poca luz). Sin embargo, *E. singularis* ocupa espacios fotófilos por lo que la convierte en una especie complementaria muy interesante para el incremento de la biodiversidad asociada a estas especies estructurales en las comunidades biológicas sublitorales.

En las últimas décadas, en la Isla de Tarifa se ha producido una gran regresión de los bosques de *E. singularis*, y muy recientemente este declive se ha visto acelerado por la presencia del alga

invasora *Rugulopteryx okamurae* (García-Gómez *et al.*, 2021).

Los objetivos de este estudio son evaluar la distribución y estado de conservación actual de las especies de gorgonias en la Isla de Tarifa y plantear un método de restauración innovador y eficaz para recuperar los bosques de *Eunicella singularis*, mediante el refuerzo de las poblaciones existentes.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Evaluación del estado de conservación de las especies de gorgonias

Para detectar y evaluar el estado de conservación actual en que se encuentran los bosques de gorgonias en la Isla de Tarifa se han realizado 10 transectos radiales visuales (100 metros de longitud por 2 metros de ancho, 200 m<sup>2</sup>), mediante buceo con escafandra autónoma entre los 5 y 35 m de profundidad, en los que se fotografiaron todas las colonias de gorgonias que se observaban para su posterior análisis. Para cada colonia, se registró también la localización y profundidad donde se encontraba. Las fotografías fueron posteriormente analizadas identificando la especie de gorgonia, su talla (longitud máxima desde la base al punto más apical en cm), y su grado de afectación (porcentaje de epibiosis, denudación y afectación por *R. okamurae*).

### 2.2 Desarrollo de un método de restauración para *E. singularis*

Para realizar la acción de restauración decidimos centrar los esfuerzos en la gorgonia blanca *E. singularis*. Pese a no ser la más abundante actualmente en la zona, sí que existen registros de su amplia distribución en la zona décadas atrás, formando densos bosques de gorgonias.<sup>1</sup> Además, Fava y colaboradores, en 2010, trabajaron con trasplantes de diferentes gorgonias mediterráneas y detectaron que *E. singularis* fue la especie más resiliente.

El método aquí propuesto se basa en la metodología de trasplante de esquejes mediante buceo, pero con un componente innovador: el uso de microchips, así como su registro genético y sexado. El método se puede resumir en 4 pasos:

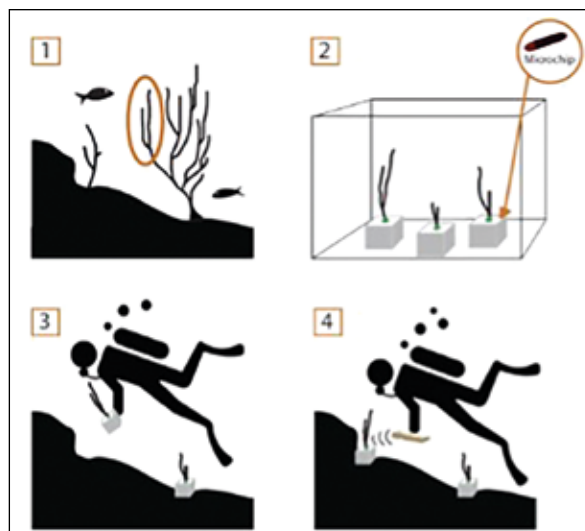


Lámina 1. Esquema del protocolo de restauración planteado en el estudio. Elaboración propia

- Recolección de fragmentos o esquejes de gorgonias de una zona próxima a la Isla de Tarifa, dentro del Parque Natural del Estrecho.
- Preparación de los trasplantes en acuario. De cada fragmento o esqueje original obtendremos dos fragmentos a reintroducir en dos localidades distintas. De ese modo aumentamos el número de colonias restauradas y podremos evaluar si las condiciones locales afectan o no a la viabilidad de los nuevos esquejes. Inicialmente, los fragmentos de *E. singularis* fueron saneados (se les cortó las partes de tejido necrótico y se les quitaron los epibiontes) y depositados en un acuario a la espera de ser trasplantados a unos bloques de hormigón (10x10x6 cm). De cada fragmento también se recolectó una pequeña muestra para identificar el sexo del fragmento, así como su genética. Seguidamente, los fragmentos fueron unidos a los bloques de hormigón gracias a una masilla epoxi y cada bloque fue identificado mediante la inserción de un microchip cuyo código y resto de información se mantiene una base de datos en BECA. Gracias a los microchips junto con su correspondiente lector, podremos identificar fácilmente cada uno de los trasplantes una vez reintroducidos en las zonas restauradas. Esto nos permitirá hacer un seguimiento de los trasplantes individualizado

<sup>1</sup> Observación personal del autor López-González.

y a largo plazo. Los trasplantes se mantuvieron en condiciones de acuario hasta su devolución (aproximadamente no más de un mes en esas condiciones).

- Devolución de los trasplantes a la isla de Tarifa en dos zonas restauración, una localizada al este y otra al oeste de la Isla.
- Detección de los trasplantes gracias a los microchips y seguimiento fotográfico.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Evaluación del estado de conservación de las especies de gorgonias

En los 10 transectos realizados rodeando la Isla de Tarifa se detectaron un total de 99 colonias de

gorgonias. Las especies más abundante fueron *Eunicella labiata* y *Eunicella gazella*, siguiendo la distribución de tallas (altura máxima en cm) ilustrada.

En la lámina 2B. Las colonias fueron detectadas entre los 5 y 35 metros de profundidad, muy dispersas en el espacio y sobre sustratos duros rodeados de biodetrítico. En la mayoría de transectos se detectaron líneas de pesca, y el 64,64 % de las gorgonias detectadas presentaban afectación por *R. okamurae* y *Asparagopsis sp.*, las cuales se enganchan a las ramas de las gorgonias cubriendo sus pólipos. De las gorgonias afectadas por las algas, la mayoría presentaban entre un 5 % y un 25 % de la superficie cubierta, pero cabe destacar que

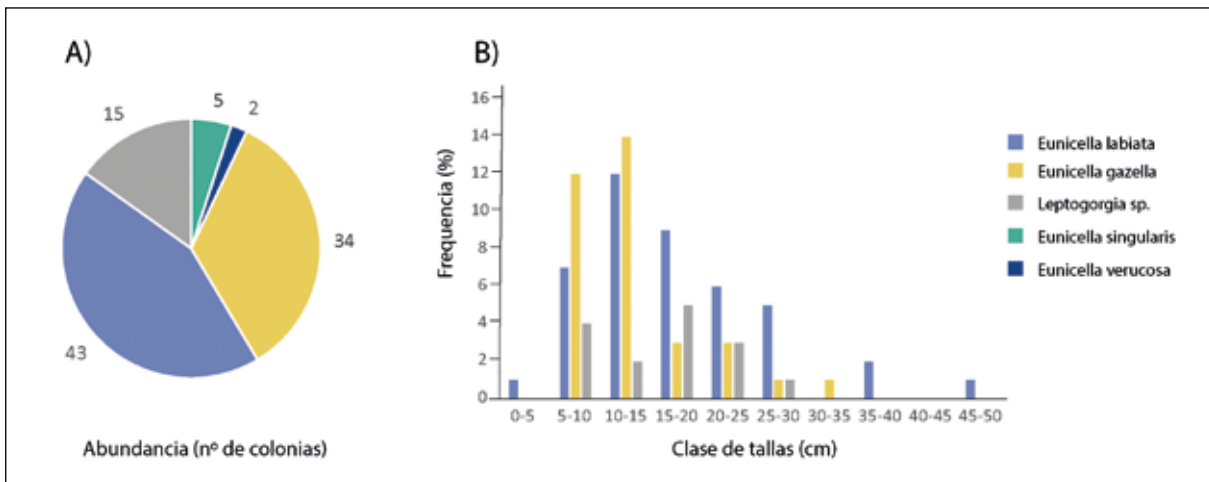


Lámina 2. A) Abundancia (número de colonias) de las diferentes especies de gorgonias detectadas en la zona de estudio. B) Distribución de las clases de talla, en cm, de las tres especies de gorgonias más representativas de la zona. Elaboración propia

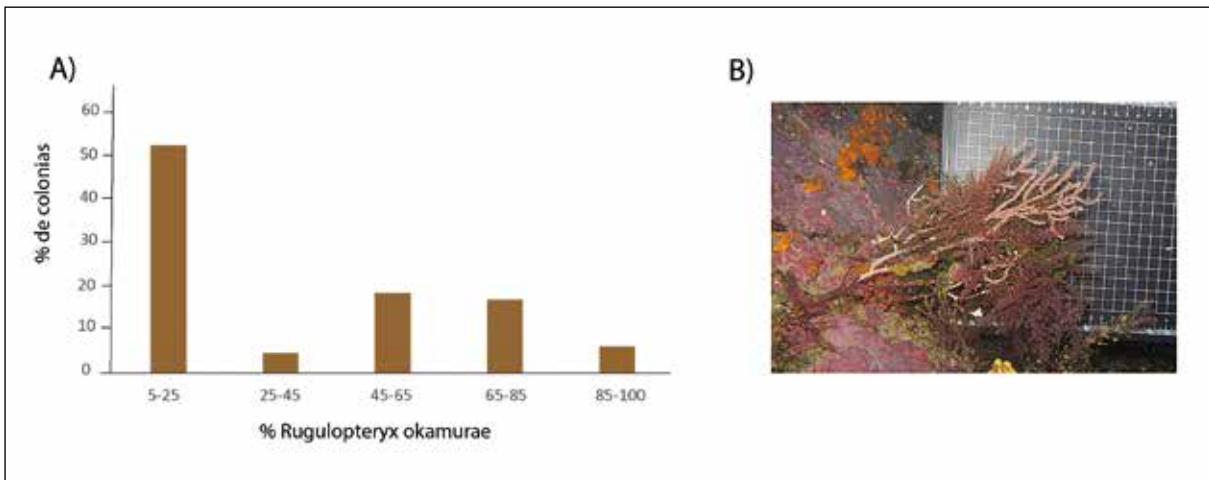


Lámina 3. A) Porcentaje de colonias afectadas por el alga invasora *Rugulopteryx okamurae*. B) Colonia de *Eunicella labiata* epifitada por *R. okamurae*. Elaboración propia



algunas colonias presentaban más del 85 % de su superficie afectada por talos de estas algas.

### 3.2. Desarrollo de un método de restauración para *E. singularis*

En total, en la acción de restauración llevada a cabo hasta la fecha, se han recolectado 58 fragmentos donantes de los que se han obtenido 116 esquejes. Los esquejes se trasplantaron a los bloques de hormigón y fueron mantenidos en el acuario con éxito hasta su reintroducción en el medio marino. Se reintrodujeron en las zonas de restauración, 58 al este de la Isla de Tarifa en “San Andrés” (36° 0' 6.306" N; 5° 36' 25.155" E) y 58 al oeste de la isla de Tarifa en “Las Calderas” (36° 0' 9.650" N; 5° 36' 46.823" E) como se refleja en la lámina 4B. A fecha de cierre del presente texto, otros 30 trasplantes se encuentran en los sistemas de acuario de BECA para ser devueltos al medio en estos mismos emplazamientos.

esquejes, pero sí pudimos evaluar el estado de afectación/conservación. Pudimos observar que los trasplantes localizados al oeste de la Isla de Tarifa, presentaron más afectación y más signos de necrosis que los del lado este. Concretamente el 57 % de los trasplantes situados al oeste de la Isla presentaban el 50 % o más de afectación por necrosis y *R. oxamurae*, habiendo algunos ejemplares afectados al 100 %. Mientras que, en el este, el porcentaje de trasplantes afectados y con menores perspectivas de viabilidad fue del 21 %.

### 4. DISCUSIÓN

El número total de colonias observadas en los 10 transectos visuales realizados alrededor de la Isla de Tarifa fue de 99, un número mucho menor al que esperábamos según los registros hechos en anteriores buceos en la zona décadas atrás. La mayoría de las colonias detectadas son



Lámina 4. A) Traslantes de *E. singularis* mantenidos en el acuario. B) Primeros trasplantes reintroducidos en la zona de restauración. C) Primer seguimiento fotográfico de los trasplantes, al cabo de 3 meses de su introducción en el medio. Elaboración propia

La introducción de los primeros trasplantes en las zonas de restauración se realizó en dos momentos (julio y octubre de 2021), para la primera introducción (56 trasplantes) se realizó un seguimiento inicial 3 meses después de su introducción y se localizó el 91 % de los trasplantes (Lámina 4C), existiendo ya una buena cobertura de organismos sobre los bloques de hormigón usados como base. Dado la lenta tasa de crecimiento de *E. singularis* fue imposible detectar la posibilidad de crecimiento de los

de talla pequeña y media, y las encontramos muy dispersas en el espacio. *Eunicella singularis*, la especie objetivo de esta acción, apenas supone un 5% de las colonias examinadas, no alcanzaban tallas donde mostrar sus características distintivas y su identificación tuvo que ser corroborada por la morfología de escleritos y presencia de zooxantelas. Actualmente, en la comunidad de gorgonias de la Isla, dominan *Eunicella labiata* y *E. gazella*, suponiendo más del 75 % de los encuentros. Estas dos especies

son de carácter cálido-tropical, con distribución desde Angola y que alcanzan la costa peninsular atlántica y mar de Alborán, *E. gazella* alcanzando el golfo de Vizcaya (Altuna, 1994).<sup>2</sup>La presencia de gorgonias de pequeño tamaño nos da indicios de que sigue existiendo reclutamiento, pero les cuesta más prosperar en el tiempo (Linares *et al.*, 2008b). Además, un número elevado de las colonias de gorgonias detectadas (64,64 %) presenta afectación por algas filamentosas, especialmente por *R. okamurae*. Nos ha sorprendido la gran abundancia en la zona de esta alga invasora, originaria del océano Pacífico, que actualmente invade los fondos fotófilos de la zona del Estrecho, homogenizando el paisaje submarino y causando graves perjuicios locales (García-Gómez *et al.*, 2021). En el caso de las gorgonias el alga queda enganchada entre las ramas de la colonia, asfixiando a los pólipos e impidiendo que estos se puedan alimentar. También se ha detectado la presencia de líneas de pesca enredadas en las colonias, afectando directamente al tejido de las colonias que termina necrosando (Deidun *et al.*, 2015) y exponiendo el eje córneo con el resultado del incremento de epibiontes. La regresión de las poblaciones de gorgonias en la Isla de Tarifa es una realidad y hay que seguir investigando para encontrar las medidas de conservación y restauración eficientes para ayudar a la recuperación de estas especies y de toda la comunidad. El presente estudio pretende experimentar y evaluar la primera acción de restauración de gorgonias realizada en la zona de la Isla de Tarifa y en Andalucía. El método utilizado consiste en el trasplante de esquejes para aumentar el número de colonias en la zona. El éxito de este método de restauración está ampliamente corroborado en corales escleractinias y gorgonias de ambientes someros tropicales (Basconi *et al.*, 2020). Por el contrario, a las gorgonias tropicales, las gorgonias de ambientes templados, como las del Mediterráneo, tienen unos ciclos de vida y tasas de crecimiento más lentos por lo que los resultados esperados solo se podrán asegurar a medio-largo plazo (Montero-Serra *et al.*, 2018). Algunos estudios previos han experimentado

y realizado acciones de restauración exitosas con especies de gorgonias someras en el Mediterráneo (Fava *et al.*, 2010; Linares *et al.*, 2008; Montero-Serra *et al.*, 2018). Actualmente, cerca de la zona de estudio, en Punta de la Mona, en Almuñécar-La Herradura se está realizando también una acción de restauración para recuperar las poblaciones de la especie de coral candelabro *Dendrophyllia ramea*. Uno de los principales desafíos para el éxito de la técnica de trasplantes de esquejes de gorgonias que se ha detectado en experiencias anteriores es conseguir que los esquejes se mantengan fijos en el sustrato y erguidos, asegurando así su viabilidad a largo plazo. Algunos estudios citan pérdidas de trasplantes por mala sujeción resaltando que el paso de fijar los trasplantes es de gran importancia (Fava *et al.*, 2010; Linares *et al.*, 2008). Es por ello por lo que en este estudio este paso se realiza en condiciones controladas en acuario, para que la corriente o el efecto del oleaje que afecte al fondo no pueda hacer perder el esqueje antes de que la masilla endurezca.

En el presente estudio, mientras los esquejes están en el acuario, se les toma muestras para identificar el sexo y la genética del esqueje. Esto es crucial para la creación de bosques de gorgonias restaurados que sean reproductivamente eficientes y genéticamente diversos. Para el buen desarrollo y viabilidad de la población restaurada es necesario que la *sex ratio* entre hembras y machos esté equilibrada para favorecer la reproducción y reclutamiento de estas especies que ya de por sí presentan un reclutamiento limitado. Por otro lado, la diversidad genética de la nueva población restaurada favorecerá que esta sea mucho más resiliente a futuras amenazas y cambios en el ambiente (Reynolds *et al.*, 2012).

Otro desafío de las acciones de restauración, que intentamos solventar en el presente estudio, es el seguimiento de los trasplantes a largo plazo. Identificar cada trasplante y seguirlo a largo plazo es clave para evaluar la eficacia de las técnicas de trasplantes y poder corregir lo que sea necesario. En este estudio, incorporamos una técnica innovadora para ello: el uso de

2 Observación personal del autor López-González.

microchips. Una vez los trasplantes estén en las zonas de restauración y gracias a los microchips, incorporados en los bloques de hormigón de los trasplantes, podremos detectar con facilidad de qué esqueje se trata. Además, con el microchip podremos añadir información complementaria sobre el trasplante como, por ejemplo, cuándo fue introducido en la zona de restauración, si es hembra o macho o cuál es su genética. Esta innovadora técnica promete facilitar mucho la fase de seguimiento de las poblaciones restauradas.

Se ha hecho un seguimiento fotográfico, con la identificación de los trasplantes mediante una numeración de los bloques. Después de 3 meses desde la instalación de los primeros 56 trasplantes (28 en el este y 28 en el oeste de la Isla de Tarifa) realizamos un primer seguimiento de estos en el que ya podemos avanzar algunas conclusiones preliminares. En el oeste de la Isla el sustrato es más arenoso e inestable, por lo que, con las corrientes, abundantes en la zona, los trasplantes podrían presentar signos de abrasión a causa de los granos de arena y hojas sueltas de *R. okamurae* arrastrados por las corrientes. En el este, el sustrato es detrítico-rocoso, más heterogéneo, con bloques medianos y grandes que resguardan a los trasplantes de las fuertes corrientes. Estos resultados evidencian la influencia de las condiciones locales para la viabilidad de los bosques de gorgonias restaurados. Aun así, estos son resultados preliminares y debemos continuar con el aporte de nuevos trasplantes y seguimiento de los trasplantes ya emplazados. A partir de este seguimiento inicial y adaptándonos a los resultados que vamos observando, nos planteamos continuar ampliando con nuevos trasplantes solo la zona restaurada al este de la Isla y así optimizar recursos, ya que será en esta localidad donde podremos asegurar un mayor éxito de la acción de restauración.

#### 4.1 Actividades de divulgación

Además de los trabajos de conservación, GOTARES cuenta con un programa de divulgación científica para sensibilización sobre la necesidad de realizar acciones de restauración ecosistémica.

## 5. CONCLUSIONES

En conclusión, podemos decir que la puesta en marcha de esta acción de restauración (con el uso innovador de microchips para reconocimiento, sexado y conservando muestras genéticas de las colonias donantes) y los primeros resultados aquí descritos, suponen un buen planteamiento inicial hacia la recuperación de la población de *E. singularis* en la Isla de Tarifa. A pesar de esto, es necesario vigilar la evolución de la invasión de *R. okamurae* y cómo afecta a la prosperidad de gorgonias y otros organismos en el bento. Acciones como esta son de vital importancia para intentar revertir la tendencia actual de declive de las poblaciones de gorgonias someras y hay que seguir apostando por optimizar y mejorar las técnicas de restauración.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altuna Prados, A. (1994). "Observaciones biogeográficas sobre los cnidarios bentónicos de la costa vasca". *Kobie* (22), pp. 41-57.
- Basconi, L., Cadier, C. y Guerrero-Limón, G. (2020). Challenges in marine restoration ecology: how techniques, assessment metrics, and ecosystem valuation can lead to improved restoration success. In *YOUARES 9-The Oceans: Our Research, Our Future*, pp. 83-99. Springer, Cham.
- Bennecke, S. y Metaxas, A. (2017). "Effectiveness of a deep-water coral conservation area: evaluation of its boundaries and changes in octocoral communities over 13 years". *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* (137), pp. 420-435.
- Coma, R., Pola, E., Ribes, M. y Zabala, M. (2004). "Long-term assessment of temperate octocoral mortality patterns, protected vs. unprotected areas". *Ecological Applications* 14(5), pp. 1466-1478.
- Coma, R., Ribes, M., Zabala, M. y Gili, J. M. (1998). "Growth and production in a modular marine invertebrate". *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (47), pp. 459-470.
- Deidun, A., Andaloro, F., Bavestrello, G., Canese, S., Consoli, P., Micallef, A., Romeo, T. y Bo, M. (2015). "First characterisation of a *Leiopathes glaberrima* (Cnidaria: Anthozoa:

Antipatharia) forest in Maltese exploited fishing grounds”. *Italian Journal of Zoology* 82(2), pp. 271-280.

- Duarte, C. M., Agusti, S., Barbier, E., Britten, G. L., Castilla, J. C., Gattuso, J. P., Fulweiler, R. W., Hughes, T. P., Knowlton, N., Lovelock, C. E. y Lotze, H. K. (2020). “Rebuilding marine life”. *Nature* 580(7801), pp. 39-51.
- Edwards, A. J. y Gomez, E. D. (2007). Reef restoration. *Concepts and guidelines: making sensible management choices in the face of uncertainty*. Available Online at: [http://www.gefcoral.org/Portals/25/workgroups/rr\\_guidelines/rrg\\_fullguide.pdf](http://www.gefcoral.org/Portals/25/workgroups/rr_guidelines/rrg_fullguide.pdf).
- Esper, E. J. C. (1791). *Die Pflanzenthiere in Abbildungen nach der Natur mit Farben erleuchtet, nebst Beschreibungen* (Vol. 1). Raspischen Buchhandlung.
- Fava, F., Bavestrello, G., Valisano, L. y Cerrano, C. (2010). “Survival, growth and regeneration in explants of four temperate gorgonian species in the Mediterranean Sea”. *Italian Journal of Zoology* 77(1), pp. 44-52.
- García-Gómez, J. C. y Rubio, S. M. (2010). *Bucear en el último confín de Europa, la isla de Tarifa*. Instituto de Estudios Campogibaltareños, p. 360.
- García-Gómez, J. C., Florido, M., Olaya-Ponzzone, L., Rey Díaz de Rada, J., Donázar-Aramendía, I., Chacón, M., Quintero, J. J., Magariño, S. y Megina, C. (2021). “Monitoring Extreme Impacts of *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta) in El Estrecho Natural Park (Biosphere Reserve). Showing Radical Changes in the Underwater Seascape”. *Frontiers in Ecology and Evolution*, p. 197.
- Jones, C. G., Lawton, J. H. y Shachak, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. In *Ecosystem management*, pp. 130-147. Springer, New York, NY.
- Kersting, D. K., Cebrian, E., Casado, C., Teixidó, N., Garrabou, J. y Linares, C. (2015). “Experimental evidence of the synergistic effects of warming and invasive algae on a temperate reef-builder coral”. *Scientific reports* 5(1), pp. 1-8.
- Linares, C., Coma, R. y Zabala, M. (2008a). “Restoration of threatened red gorgonian populations: an experimental and modelling

approach”. *Biological conservation* 141(2), pp. 427-437.

- Linares, C., Coma, R., Garrabou, J., Díaz, D. and Zabala, M. (2008b). “Size distribution, density and disturbance in two Mediterranean gorgonians: *Paramuricea clavata* and *Eunicella singularis*”. *Journal of Applied Ecology* 45(2), pp. 688-699.
- Linares, C., Doak, D. F., Coma, R., Díaz, D. y Zabala, M. (2007). “Life history and viability of a long-lived marine invertebrate: The octocoral *Paramuricea clavata*”. *Ecology* 88(4), pp. 918-928.
- McDonald, T., Gann, G.D., Jonson, J. y Dixon, K. W. (2016). International standards for the practice of ecological restoration—including principles and key concepts. (Society for Ecological Restoration: Washington, D C, USA.). *Soil-Tec, Inc., © Marcel Huijser, Bethanie Walder*.
- Montseny, M., Linares, C., Viladrich, N., Olariaga, A., Carreras, M., Palomeras, N., Gracias, N., Istenič, K., Garcia, R., Ambroso, S. y Santín, A. (2019). “First attempts towards the restoration of gorgonian populations on the Mediterranean continental shelf”. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 29(8), pp. 1278-1284.
- Paoli, C., Montefalcone, M., Morri, C., Vassallo, P., Bianchi, C. N., 2017. Ecosystem functions and services of the marine animal forests. In: Rossi S, Bramanti L, Gori A, Orejas C, editors. *Marine animal forests: The ecology of benthic biodiversity hotspots*, pp. 1271–1312. Cham, Switzerland: Springer International.
- Pérez, C. D., Moura Neves, B. D., Cordeiro, R. T., Williams, G. C. y Cairns, S. D. (2016). Diversity and distribution of Octocorallia. In *The Cnidaria, past, present and future*, pp. 109-123. Springer, Cham.
- Reynolds, L. K., McGlathery, K. J. y Waycott, M. (2012). “Genetic diversity enhances restoration success by augmenting ecosystem services”. *PloS one* 7(6).
- Rinkevich, B. (2005). “Conservation of coral reefs through active restoration measures: recent approaches and last decade progress”. *Environmental Science & Technology* 39(12), pp. 4333-4342.



- Rossi, S., Bramanti, L., Gori, A. y Orejas, C. eds., (2017a). *Marine animal forests: the ecology of benthic biodiversity hotspots*, pp. 1-1366. Cham: Springer International Publishing.
- Rossi, S., Bramanti, L., Gori, A. y Orejas, C. (2017b). An overview of the animal forests of the world. In: Rossi S, Bramanti L, Gori A, Orejas C, editors. *Marine animal forests: The ecology of benthic biodiversity hotspots*, pp. 1–28. Cham, Switzerland: Springer International.
- Roberts, J. M., Wheeler, A., Freiwald, A. y Cairns, S. (2009). *Cold-water corals: the biology and geology of deep-sea coral habitats*. Cambridge University Press.
- Yap, H. T. (2000). “The case for restoration of tropical coastal ecosystems”. *Ocean & Coastal Management* 43(8-9), pp. 841-851.

---

**Dra. María Montseny Cuscó**

Grupo de investigación Biodiversidad y Ecología Acuática, Universidad de Sevilla

**Marta Florido Capilla**

Laboratorio de Biología Marina, Universidad de Sevilla

**Dr. Carlos Navarro-Barranco**

Laboratorio de Biología Marina, Universidad de Sevilla

**Dr. Pablo José López González**

Grupo de investigación Biodiversidad y Ecología Acuática, Universidad de Sevilla

---

**Cómo citar este artículo**

María Montseny, Marta Florido, Carlos Navarro-Barranco y Pablo J. López González (2022). “Bosques de gorgonias amenazados en el Parque Natural del Estrecho. Evaluación del estado de conservación e implementación de medidas de restauración. Proyecto GOTARES”. *Almoraima. Revista de Estudios Campogibaltareños* (57), octubre 2022. Algeciras: Instituto de Estudios Compagibaltareños, pp. 173-182.

---

