

Proyectos de
investigación-
conservación

¿Coralígeno en la desembocadura del río Guadalquivir?: Biodiversidad oculta bajo aguas de elevada turbidez

Javier Pellón*, Roi González Aranda y José Carlos García-Gómez

Laboratorio de Biología Marina, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla. Área de Investigación Biológica I+D+i del Acuario de Sevilla

Autor para correspondencia: j.g.pellon@gmail.com

RESUMEN

*El estuario del río Guadalquivir y las áreas marinas adyacentes se caracterizan por su elevada turbidez. En la desembocadura, debido a la dilución con el agua de mar, la turbidez es moderadamente baja en comparación con el río aunque se han alcanzado máximos de 4.000 FTUs en episodios de turbidez extrema, lo que sitúa al estuario del Guadalquivir entre los más turbios del mundo. Dicha pérdida de transparencia del agua ha propiciado que, históricamente, los organismos que viven en el lecho estuarino hayan sido poco estudiadas con técnicas de observación directa. Para avanzar en la comprensión de la dinámica de las comunidades de coralígeno que se alojan en sistemas de aguas turbias, el Laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Sevilla (LBMUS) ha iniciado un estudio en la desembocadura del Guadalquivir y áreas marinas aledañas. El objetivo de nuestra investigación es el seguimiento a largo plazo de organismos indicadores que viven fijos al sustrato rocoso mediante la utilización de estaciones-centinela permanentes. Éste y otros objetivos se recogen dentro de un proyecto de estudio integral del estuario del Río Guadalquivir que coordina la Universidades de Sevilla (US) y participan las Universidades de Huelva (UHU), Cádiz (UCA) y Málaga (UMA), así como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). En el presente trabajo se muestran los resultados de nuestras primeras prospecciones realizadas con equipo de buceo autónomo en la zona. Se detectaron numerosos invertebrados bentónicos (corales y esponjas, principalmente) componentes de ambientes de coralígeno mediterráneo, y en algunos casos abundancias altas de especies propias de áreas marinas con buen estatus de conservación, como es el coral candelabro (*Dendrophyllia ramea*) o la gorgonia gigante (*Ellisella paraplexauroides*).*

Palabras clave: Estuario; Desembocadura; Río Guadalquivir; Turbidez; Coralígeno; Sustrato duro; Seguimiento temporal; Monitorización; Análisis de imágenes.

INTRODUCCIÓN

En las áreas marinas de la vertiente Atlántica andaluza encontramos aguas caracterizadas por su elevada turbidez. En la franja litoral que se enmarca entre el Parque Nacional Doñana (Huelva) y la ciudad gaditana de Rota, la turbidez es especialmente

Proyectos de investigación-conservación

evidente debido a la influencia que ejerce el río Guadalquivir. La turbidez que generan los ríos es producida por partículas en suspensión que éstos recogen a lo largo de su cauce. En el caso del Guadalquivir, los valores de turbidez en zonas próximas a la desembocadura muy raramente superan valores de 100-200 FTUs (*Formazine Turbidity Units*), aunque se ha llegado a alcanzar los 4.000 FTUs durante eventos excepcionales de turbidez (Losada *et al.*, 2010). Así, cuando el río Guadalquivir vierte sus aguas desde el continente hacia el Océano Atlántico, exporta con ellas sólidos en suspensión, de origen orgánico o inorgánico, que disminuyen la transparencia del agua. Este sedimento forma una “pluma” que se adentra en el océano formando una ‘pluma de sedimento o de turbidez’ (Fig. 1, A).

Estudios anteriores han concluido que la persistencia de elevados niveles de turbidez sobre determinadas zonas, puede reducir las poblaciones de especies acuáticas (Rogers, 1990; Newcombe & Jensen, 1996). En el estuario del Guadalquivir se han descrito casos referidos a especies de interés pesquero, por ejemplo, descenso de densidades poblacionales de peces en zonas de alevinaje (Arias García *et al.*, 2009). Y en desembocaduras de otros ríos se han reportado casos de daños causados por incidencia crónica de la pluma de sedimento sobre comunidades de coral (Restrepo *et al.*, 2016).

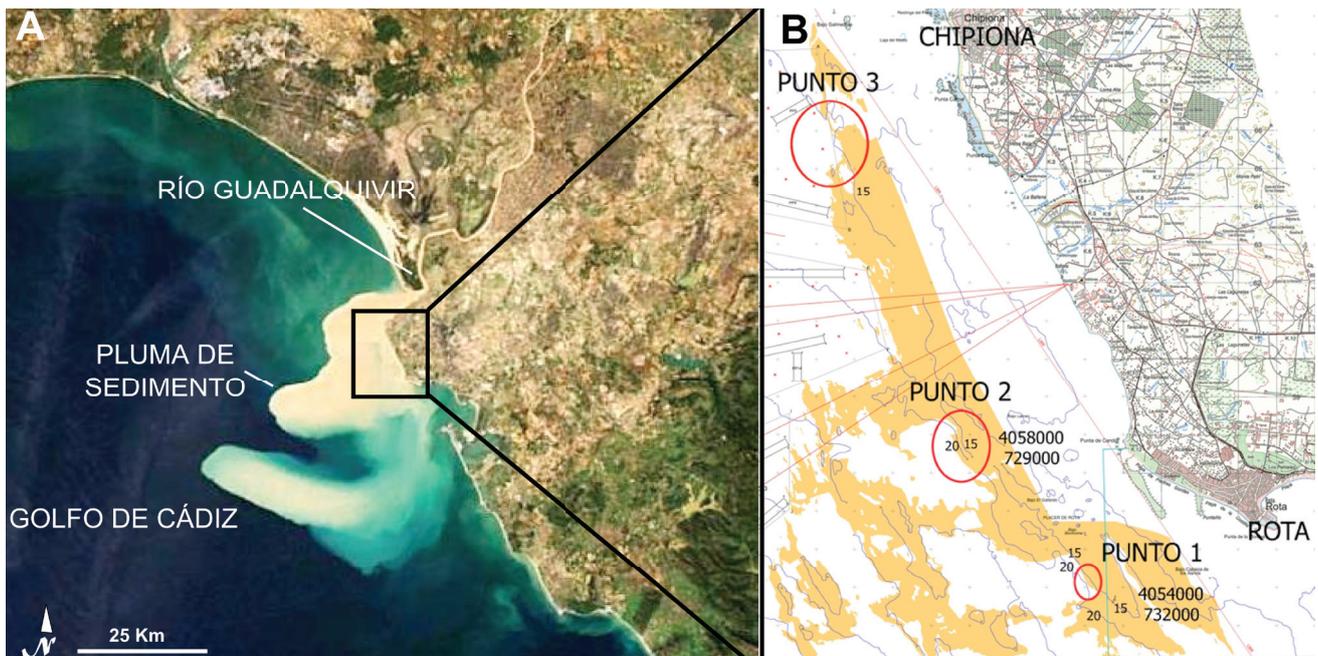


Figura 1. (A) Estuario del Guadalquivir durante un evento de pluma de sedimento o turbidez excepcionalmente extensa, en noviembre de 2012. Fuente imagen: The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on NASA's Aqua satellite. (B) Batimetría del área de estudio, con cada uno de los puntos de muestreo numerados.

Por otra parte, la escasa visibilidad bajo estas aguas, no permite actividades normales de buceo, ya que durante la inmersión la visibilidad máxima observada es de 1.5 o 2 m. Ello ha propiciado que la biota litoral de dicha zona sea una gran desconocida, lo que concierne específicamente a las comunidades bentónicas sésiles de sustrato duro (comunidades de especies que viven fijadas al lecho marino rocoso). Este desconocimiento no se debe sólo a la turbidez y a la escasez de inmersiones en la zona, sino también a que sobre los sustratos marinos pedregosos, debido a la naturaleza de éste, no se puede faenar con redes, ni extraer áridos en busca de bivalvos. En cambio, son explotadas, y por ello bien conocidas en la zona, las especies que se obtienen en fondos de sustratos blandos, y suponen recursos de interés pesquero. Por ello aquellas especies que pueden extraerse

Proyectos de investigación-conservación

en la zona y comercializarse, gozan de mayor conocimiento y popularidad en las lonjas locales y mercado nacional. Como ejemplos podemos citar a la urta (*Pagrus auriga*), a la gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*), o a la chirla (*Chamelea gallina*).

Durante episodios de elevada turbidez en el estuario del Guadalquivir y áreas marinas próximas, la luz apenas puede penetrar en el agua. Así, incluso en los días de aguas más transparentes en la desembocadura, encontramos que la incidencia de radiación es ya muy escasa a partir de -10 m. A ello se debe que las especies sésiles que esperamos encontrar en fondos rocosos de la zona, de profundidades entre 15 y 40 m, serán esciáfilas (que muestran preferencia por zonas sombrías), y además escasearán los organismos vegetales por su dependencia de la luz para nutrirse a través de la fotosíntesis.

Para avanzar en el conocimiento científico que existe sobre los invertebrados sésiles en fondos rocosos estuarinos turbios o de escasa visibilidad, son muy eficaces las técnicas de monitorización mediante análisis de imagen descritas por numerosos autores (Foster *et al.*, 1991; Whorff, J. S. & Grifiting, 1992; Parravicini *et al.*, 2009; Van Rein *et al.*, 2011; García-Gómez, 2015). Estas técnicas actualmente experimentan un crecimiento exponencial, a causa del abaratamiento de tecnologías antes inaccesibles para la gran mayoría de los grupos de investigación. Además, la característica más relevante que destaca a los muestreos de tipo fotográfico por encima de otros utilizados históricamente, estriba en que es un método no invasivo o no extractivo, de manera que el impacto de un muestreo de este tipo no merma en ninguna medida el medio ni las poblaciones de las especies objeto de estudio (Bussoti *et al.*, 2006) y permite el seguimiento temporal de exactamente los mismos especímenes (Garrabou *et al.*, 2002).

Recientemente numerosos estudios revelan que las especies bentónicas son de especial utilidad para la detección de perturbaciones ambientales debido a su sensibilidad ante determinados impactos físicos y/o químicos (Naranjo *et al.*, 1996; Grubelić *et al.*, 2004; Lejeusne *et al.*, 2010; Bramanti *et al.*, 2013; Verdura *et al.*, 2013). Por tanto, son organismos indicadores o “bioindicadores”.

Las nuevas técnicas y conocimientos expuestos nos sugieren que, para conocer la tolerancia o sensibilidad de organismos sésiles (corales, esponjas, ascidias y briozoos, principalmente) a impactos ambientales a corto plazo (carácter local), o bien a medio-largo plazo a una escala geográfica amplia (calentamiento global) en escenarios estuarinos (o muy próximos a éstos) de elevada turbidez y alta tasa de sedimentación debe programarse un seguimiento temporal de aquéllos, especialmente de los que puedan ser particularmente sensibles (bioindicadores), mediante estaciones-centinela subacuáticas que incluyan cuadrículas permanentes que permitan el fotografiado sistemático y periódico de las especies indicadoras contenidas en las mismas y su estudio continuado mediante técnicas de análisis de imágenes (García-Gómez, 2007, 2015).

Este objetivo, en el ámbito de la desembocadura del río Guadalquivir, se implementará entre un conjunto de ellos, en un proyecto de investigación de carácter integrado, en el que participan las Universidades de Sevilla (US), Huelva (UHU), Cádiz (UCA) y Málaga (UMA), así como el CSIC. Lo coordinará el Laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Sevilla (LBMUS).

Previamente, para explorar su viabilidad, se prospectaron los fondos rocosos marinos adyacentes a la desembocadura del Guadalquivir para juzgar la conveniencia o no de incluirlo en un estudio integral de monitorización periódica del estuario del río Guadalquivir, poniendo especial énfasis en su desembocadura.

En este trabajo se recogen observaciones preliminares de las especies bentónicas de sustrato duro y ambientes muy turbios, susceptibles de ser monitorizadas en cuadrículas permanentes mediante técnicas de análisis de imágenes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo preliminar se ha desarrollado en la desembocadura del río Guadalquivir concretamente en el litoral que se extiende desde la desembocadura del Guadalquivir hasta el puerto de Rota (Cádiz). Para la elección del emplazamiento se tuvieron en cuenta las corrientes de deriva predominantes en la zona, que dirigen la pluma de turbidez desde la desembocadura hacia el Sur (Fig. 1, A). La cota batimétrica durante las inmersiones se mantuvo entre -10 y -20 m (Fig. 1, B).

Las prospecciones se realizaron a lo largo de dos jornadas en julio de 2014, mediante buceo autónomo con aire comprimido (Fig. 2). La primera actuación consistió en inspeccionar tres puntos de muestreo, los cuales describen un gradiente de turbidez del agua. Los puntos, según se señalan en Fig. 1, B., son los siguientes: (1) el punto menos influido por la carga de sedimento del Río, frente a Rota; (2) punto intermedio; y (3) el más cercano a la desembocadura, frente a Chipiona;

La metodología propuesta para el presente estudio consiste en un seguimiento temporal de parcelas permanentes mediante análisis de imagen (Fig. 3). Se trata de una técnica desarrollada por el LBMUS y basada en la utilización de “estaciones-centinela” de

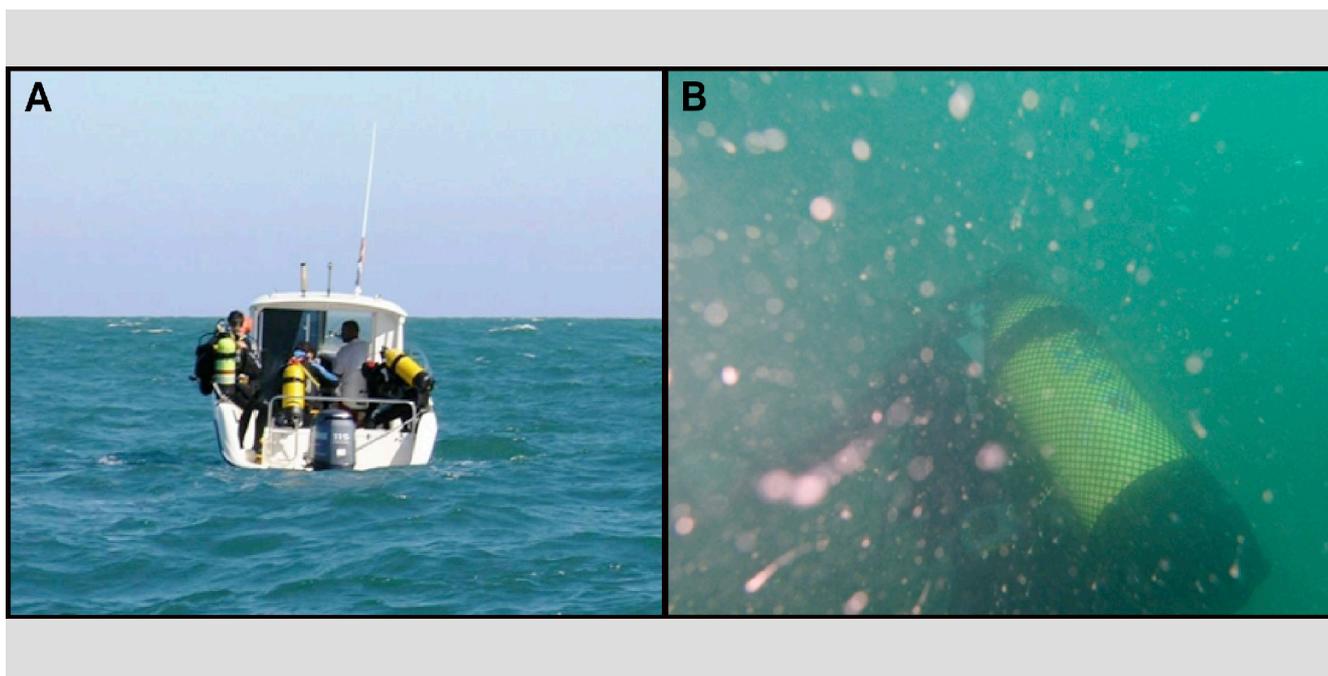


Figura 2. (A) Uno de los dos grupos de buzos un momento antes de iniciar la inmersión y (B) fotografía submarina de un buzo durante la inmersión, que atestigua la escasa visibilidad durante los trabajos.

vigilancia ambiental (Fig. 4) para el seguimiento de especies bioindicadoras sésiles. Cada estación se compone de tres cuadrículas de PVC de 1 x 1 m, ancladas al sustrato rocoso (Fig. 4) (García-Gómez, 2015).

Para cada uno de los tres puntos estudiados, en primer lugar, se llevó a cabo una caracterización de las especies bentónicas presentes. En segundo lugar, se procedió a la instalación de la estación-centinela en el emplazamiento determinado previamente como de máximo interés. Estas tareas fueron realizadas por un primer grupo de buceadores, que incluía a los expertos del LBMUS. Un segundo grupo de buceadores realizó el muestreo fotográfico de cada estación-centinela, a fin de establecer el ‘estado 0’ de la comunidad bentónica sésil presente en ésta.

Proyectos de investigación-conservación

Figura 3. Captura de pantalla durante el desarrollo de técnicas de análisis de imagen en el LBMUS.

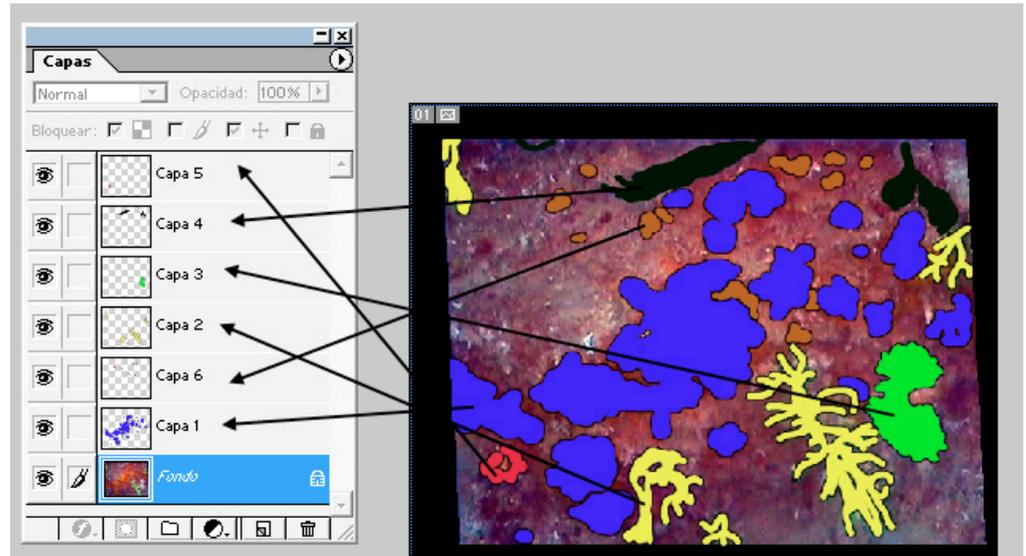
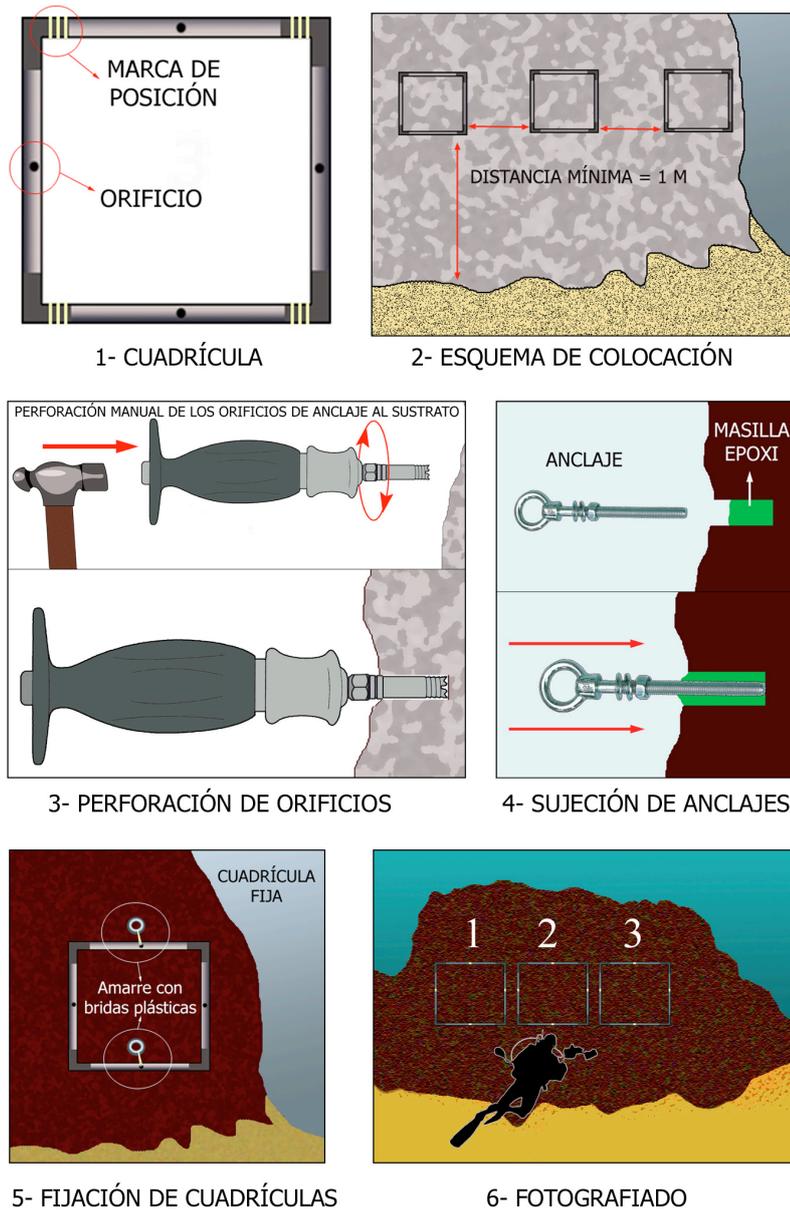
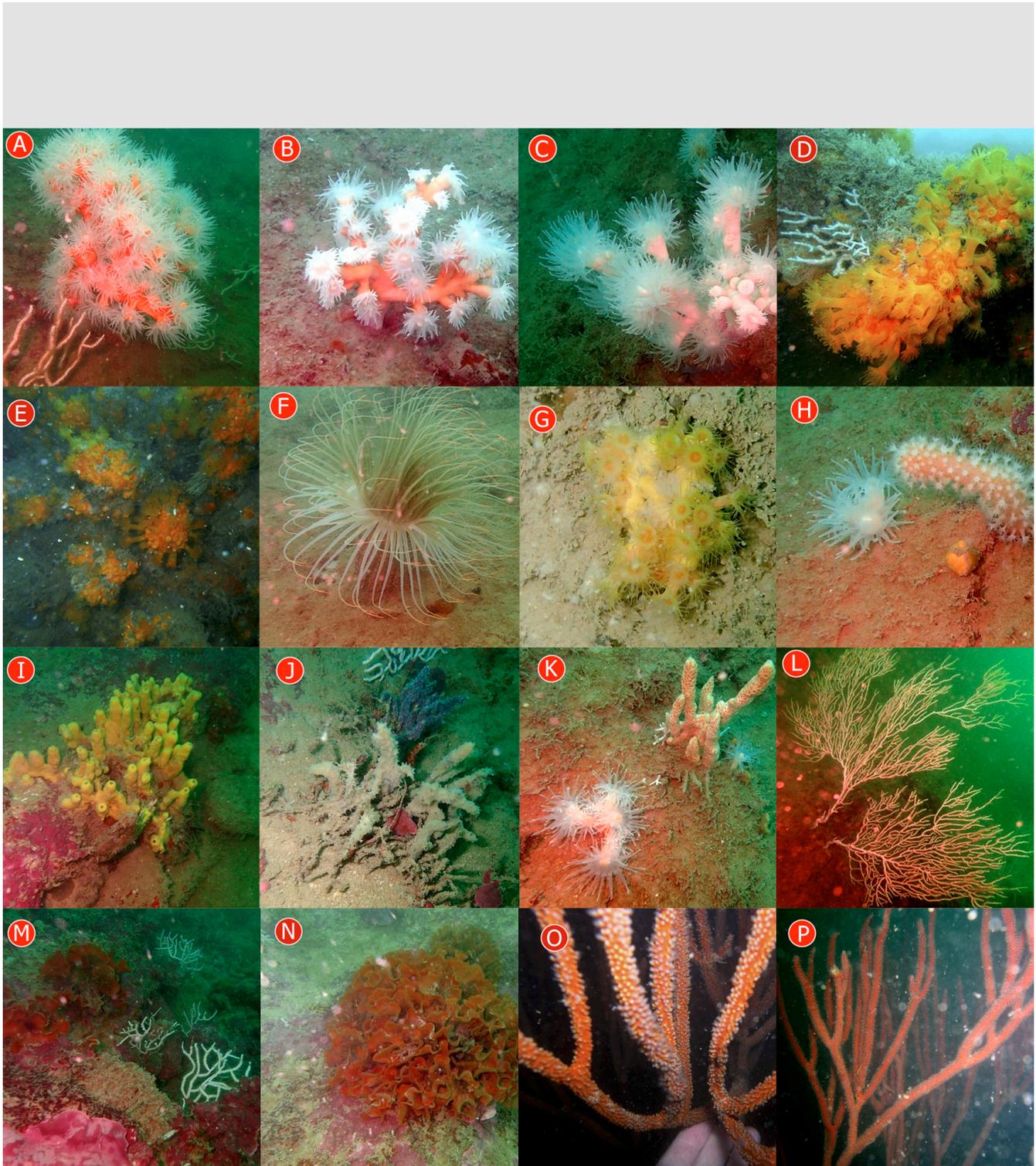


Figura 4. (A) Materiales que se precisan para la instalación de una estación-centinela de vigilancia ambiental subacuática, y directrices básicas a seguir.



**Proyectos de
investigación-
conservación**

Figura 5. Fotografías de especies bentónicas sésiles detectadas en la desembocadura del Guadalquivir durante el estudio. A-C: Coral candelabro (*Dendrophyllia ramea*); D-E: Coral naranja (*Astroides calycularis*); F: Anémona de tubo (*Cerianthus membranaceus*); G: Coral amarillo (*Parazoanthus axinellae*); H: *Veretillum* spp. I: Esponja tubular amarilla (*Aplysina aerophoba*); J: Esponjas de porte erecto; K: Esponjas de porte erecto y coral candelabro; L: Gorgonia blanca (*Eunicella* sp.). M: Gorgonia blanca y briozoo (*Pentapora fascialis*); N: Briozoo (*Pentapora fascialis*); O y P: Detalles de gorgonia gigante (*Ellisella paraplexauroides*).



RESULTADOS

Durante las inmersiones realizadas en la zona de estudio, fueron hallados abundantes ejemplares o colonias de invertebrados sésiles (corales, esponjas, ascidias y briozoos, entre otros) de diferentes especies y gran porte. Aunque el horizonte de visibilidad en inmersión fue de unos 2 m, encontramos numerosos organismos representantes de diferentes Filos. Las especies más representativas se detallan en las fotografías de la Fig. 5, A-P.

Algunas de estas especies marinas son de notable valor ecológico por su rareza (baja abundancia, baja frecuencia de detección o pequeña área de distribución), por su grado de amenaza, o por presentar requerimientos ecológicos exigentes. De entre las especies detectadas, las que presentan algún tipo de figura de protección son: el coral naranja (*Astroides calycularis*), se encuentra protegida (Catálogo Español de Especies en Régimen de Protección Especial), y la esponja tubular amarilla (*Aplysina aerophoba*), especie amenazada incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE). También se observaron colonias de la gorgonia de mayor tamaño del Mar Mediterráneo y Atlántico oriental que llega a alcanzar 2 m de altura (*Ellisella paraplexauroides*), muy rara de encontrar (Maldonado *et al.* 2013), y otros Cnidarios como el coral candelabro (*Dendrophyllia ramea*) y el coral amarillo (*Parazoanthus axinellae*). La mayoría de estos organismos, por lo presente residentes de la desembocadura del Guadalquivir, han sido determinados previamente como bioindicadores ante el deterioro en la calidad ambiental (García-Gómez, 2007). Como nota, citar las numerosas observaciones que se hicieron de fragmentos dispersos del coral candelabro (*Dendrophyllia ramea*) que se encontraban disgregados de la colonia principal.

El ambiente observado en el lecho marino se caracterizó por una radiación incidente muy escasa. La biota bentónica presente en la zona se asemeja a la de sistemas hallados a una mayor profundidad, tanto por la ausencia de organismos vegetales como por la presencia de especies típicas de cotas más profundas. Casos del coral candelabro (*Dendrophyllia ramea*) y la gorgonia gigante (*Ellisella paraplexauroides*) (en Barea-Azcón *et al.*, 2008). Por tanto, se observa en el sustrato rocoso prospectado un predominio de la fauna bentónica sésil esciáfila (afín a zonas poco iluminadas). Las únicas formas vegetales detectadas (respecto a macroalgas) fueron concreciones puntuales de algas calcáreas rojas, como es el caso de (*Lithophyllum incrustans*), que se aprecia en la Fig. 4 y Fig. 5, M y N.

Por último, se observó que las abundantes deposiciones de sedimentos sobre el fondo llegaban incluso a soterrar a algunas colonias de cnidarios, como fue el caso del coral candelabro (*Dendrophyllia ramea*) y del coral amarillo (*Parazoanthus axinellae*).

DISCUSIÓN

Lo más notable de las observaciones realizadas fue el hallazgo de especies frecuentes en áreas marinas con aguas claras, asociadas a buen estatus de conservación, como por ejemplo la gorgonia gigante (*Ellisella paraplexauroides*) (Angiolillo *et al.* 2015), o las especies protegidas como son el coral naranja (*Astroides calycularis*) (Bianchi, 2007; Terrón-Sigler *et al.* 2014) y la esponja tubular amarilla (*Aplysina aerophoba*) (Tunési *et al.* 2008). Además, en el caso del coral candelabro (*Dendrophyllia ramea*) se hallaba presente con una abundancia superior a otras áreas marinas del ámbito regional de estudio (obs. pers. Autores).

El ambiente submarino del estuario del Guadalquivir, debido a su elevada turbidez revela las características ecológicas de zonas de mayor profundidad, hospedando fauna de rangos batimétricos más profundos, como son el coral candelabro y la gorgonia gigante (Barea

Proyectos de investigación-conservación

Azcón *et al.*, 2008), en ausencia casi total de algas. La observación descrita puede ser causa directa de la baja intensidad de radiación incidente en el lecho marino, o bien causa indirecta motivada por la ausencia de macroalgas de porte erecto. La escasa radiación podría suprimir las relaciones de competencia por sustrato que se darían entre animales y vegetales en presencia de buena iluminación.

Detectamos la presencia de determinados organismos señalados como sensibles a alta tasa de sedimentación y aguas turbias (García-Gómez, 2007). Es el caso del coral naranja o la esponja tubular amarilla, que vemos que toleran las afecciones que se dan en ambientes estuarinos (entre éstas se encuentran una alta tasa de sedimentación y elevada turbidez), aunque no podemos afirmar que la especie se encuentre en sus condiciones ambientales óptimas. Una posible explicación a este fenómeno de tolerancia puede ser el elevado hidrodinamismo presente en la zona de estudio. Ésto es debido a que los sedimentos permanecen depositados sobre los organismos sésiles durante un periodo corto de tiempo, porque las fuertes corrientes los retiran frecuentemente, de modo que la presión se ve reducida.

La presencia de numerosos fragmentos de colonias del coral candelabro en el área muestreada se debe, presuntamente, a técnicas de pesca con caña. Estudios previos (Terrón-Sigler *et al.*, 2015) han señalado el impacto de esta técnica de pesca sobre la especie y otros corales de porte rígido. En nuestro área de estudio, el impacto observado puede deberse a la técnica de pesca tipo “golpeteo”, mediante la cual los pescadores impactan con pesos (piedra o plomada) contra el lecho marino repetidamente, para atraer especímenes de peces depredadores que buscan alguna captura oportunista.

Con las imágenes obtenidas en el muestreo del estado cero de las estaciones-centinela (ej. en Fig. 4.) se comprobará la viabilidad del método seleccionado (Foster *et al.*, 1991; Parra-avicini *et al.*, 2009; García-Gómez, 2015), a fin de concretar futuros estudios de monitorización en la desembocadura del río Guadalquivir. Los niveles más altos de turbidez los encontramos en puntos junto a la desembocadura (máximo registrado de 4.000 FTUs) (Losada *et al.*, 2010), y descienden en el resto de puntos a medida que nos alejamos de la misma por la dilución con agua de mar. De esta forma, se describe un gradiente de turbidez mediante el que esperamos conocer aspectos novedosos sobre las estrategias ecológicas de especies de coralígeno generalmente adaptadas a ambientes de baja carga sedimentaria.

Finalmente, este área no es adecuada para realizar inmersiones normales de tipo recreativo con objetivo de contemplar paisajes amplios. Sin embargo, se sugiere la proposición de dichas localizaciones como puntos de buceo con características singulares, y probablemente atractivas para muchos de los aficionados a este deporte. En cualquier otro punto de la Península es muy difícil observar una alta abundancia de colonias del llamativo coral candelabro así como otras de las especies detectadas a una profundidad inferior a la habitual para estas especies.

IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Los resultados expuestos ofrecen una aproximación de la diversidad y grado de estructuración de las comunidades bentónicas que pueden encontrarse en sistemas poco explorados (desde el punto de vista del buceo autónomo), como son los fondos marinos de las desembocaduras de grandes ríos. Este es un conocimiento importante para poder adoptar medidas de conservación pertinentes en dichos escenarios.

Mediante este estudio se podrá evaluar a medio y largo plazo la influencia que ejerce el río Guadalquivir sobre la comunidad bentónica sésil marina en las áreas colindantes a su

Proyectos de investigación-conservación

desembocadura. Las futuras conclusiones del estudio podrán ser de gran utilidad para ayudar al desarrollo de modelos de prevención de eventos perjudiciales para la biodiversidad, así como planes de gestión, para esta área de estudio como también para otros sistemas de similares condiciones en cualquier localización.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a la Autoridad Portuaria de Sevilla por la financiación del proyecto integral para el avance en el conocimiento del funcionamiento del sistema del estuario del Guadalquivir, donde se enmarca este estudio. Agradecer también a Aquages-tión Sur el permitirnos compartir espacios destinados a la investigación y divulgación del medio marino en el Acuario de Sevilla. Expresamos nuestra gratitud a la Junta de Andalucía por poner a nuestra disposición una embarcación oficial desde el Puerto de Rota. Y un agradecimiento muy especial a los buceadores voluntarios que colaboraron durante la campaña: Francisco Sánchez, del Club Universitario de Actividades Subacuáticas de Sevilla (CUASS) y a Uwe Acosta de la sección de buceo deportivo del “Club Náutico Urta” de Rota.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGIOLILLO, M., BO, M., BAVESTRELLO, G., GIUSTI, M., SALVATI, E. Y CANESE, S., 2012. Record of *Ellisella paraplexauroides* (Anthozoa: Alcyonacea: Ellisellidae) in Italian waters (Mediterranean Sea). *Marine Biodiversity Records* 5-4, page 1-8.
- ARIAS GARCÍA, A. M., CUESTA MARISCAL, J. A. Y DRAKE MOYANO, P., 2009. Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Capítulo 13: Fauna bentónica e ictio-plauctónica del Estuario del Guadalquivir.
- BAREA-AZCÓN, J. M., BALLESTEROS-DUPERÓN, E. Y MORENO, D. (COORDS.), 2008. *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*. 4 Tomos. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 1430 pp.
- BIANCHI, C. N., 2007. Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* 580, 7–21.
- BRAMANTI, L., MOVILLA, J., GURÓN, M., CALVO, E., GORI, A., DOMINGUEZ-CARRIÓ, C., GRINYÓ, J., LÓPEZ-SANZ, A., MARTÍNEZ-QUINTANA, A., PELEJERO, C., ZIVERI, P. Y ROSSI, S., 2013. Detrimental effects of ocean acidification on the economically important Mediterranean red coral (*Corallium rubrum*). *Global Change Biology* 19, 1897–1908.
- BUSSOTTI, S., TERLIZZI, A., FRASCHETTI, S., BELMONTE, G. Y BOERO, F., 2006. Spatial and temporal variability of sessile benthos in shallow Mediterranean marine caves. *Marine Ecology Progress Series* 325, 109–119.
- FOSTER, M. S., HARROLD, C. Y HARDIN, D. D., 1996. Point vs. photo quadrat estimates of the cover of sessile marine organisms. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 146, 193-203.

**Proyectos de
investigación-
conservación**

- GARCÍA-GÓMEZ, J. C., 2007. Biota litoral y vigilancia ambiental en la áreas marinas protegidas. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- GARCÍA-GÓMEZ, J. C., 2015. A guide on environmental monitoring of rocky seabeds in Mediterranean Marine Protected Areas and surrounding zones. Marine Biology Laboratory, Department of Zoology, Faculty of Biology, University of Seville. R+D+I Biological Research Area, Seville Aquarium. Ed. RAC/SPA - MedMPAnet Project, Tunis: 482 pp.
- GARRABOU, J., BALLESTEROS, E. Y ZABALA, M., 2002. Structure and dynamics of northwestern Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55, 493–508.
- GRUBELIĆ, I., ANTOLIĆ, B., DESPALATOVIĆ, M., GRBEC, B. Y BEG-PAKLAR, G., 2004. Effect of climatic fluctuations on the distribution of warm-water coral *Astroides calycularis* in the Adriatic Sea: new records and review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84, 599-602. <http://www.ictioterm.es/>
- LEJEUSNE, C., CHEVALDONNE, P., PERGENT-MARTINI, C., BOUDOU-RESQUE, C. F. Y PÉREZ, T., 2010. Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology and Evolution*. 25-4, 250–260.
- LOSADA RODRIGUEZ, M. A., BAQUERIZO AZOFRA, A., BRAMATO, S., DÍEZ MINGUITO, M., ORTEGA SÁNCHEZ, M., CONTRERAS ARRIBAS, E., Y POLO SÁNCHEZ, M. J., 2010. Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Capítulo 5: Sólidos en Suspensión y Turbidez. p, 45.
- MALDONADO, M., LÓPEZ-ACOSTA, M., SÁNCHEZ-TOCINO, L. Y SITJÀ, C., 2013. The rare, giant gorgonian *Ellisella paraplexauroides*: demographics and conservation concerns. *Marine Ecology Progress Series* 479, 127-141.
- NARANJO, S. A., CARBALLO, J. L. Y GARCIA-GÓMEZ, J. C., 1996. Effects of environmental stress on ascidian populations in Algeciras Bay (southern Spain). Possible marine bioindicators?. *Marine Ecology Progress Series* 144, 119-131.
- NEWCOMBE, C. P., & JENSEN, J. O., 1996. Channel suspended sediment and fisheries: a synthesis for quantitative assessment of risk and impact. *North American Journal of Fisheries Management*, 16(4), 693-727.
- PARRAVICINI, V., MORRI, C., CIRIBILLI, G., MONTEFALCONE, M., ALBERTELLI, G. Y BIANCHI, C. N., 2009. Size matters more than method: Visual quadrats vs photography in measuring human impact on Mediterranean rocky reef communities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81, 359–367.
- RESTREPO, J. D., PARK, E., AQUINO, S., & LATRUBESSE, E. M., 2016. Coral reefs chronically exposed to river sediment plumes in the southwestern Caribbean: Rosario Islands, Colombia. *Science of The Total Environment*, 553, 316-329.
- ROGERS, C. S., 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Marine Ecology Progress Series* 62, 185–202.
- TERRÓN-SIGLER, A., LEÓN-MUEZ, D., CASADO-AMEZÚA, P., DUQUE, P. P., & ESPINOSA, F., 2015. El coral candelabro, una especie sensible a los artes de pesca: la presión pesquera sobre los invertebrados marinos de porte rígido. *Quercus*, (352), 26-33.

**Proyectos de
investigación-
conservación**

- TERRÓN-SIGLER, A., PEÑALVER-DUQUE, P., LEÓN-MUEZ, D. Y ESPINOSA-TORRE, F., 2014. Spatio-temporal macrofaunal assemblages associated with the endangered orange coral *Astroides calycularis* (Scleractinia: Dendrophylliidae). *Aquatic biology* 21, 143-154.
- TUNESI, L., AGNESI, S., DI NORA, T., MOLINARI, A. Y MO, G., 2008. Marine protected species and habitats of conservation interest in the Gallinaria Island (Ligurian Sea): a study for the establishment of the Marine Protected Area. *Atti Associazione Italiana Oceanologia Limnologia* 19, 489-497.
- VAN REIN, H., BROWN, C. J., SCHOEMAN, D. S., QUINN, R. Y BREEN, J., 2011. Fixed-station monitoring of a harbour wall community: the utility of low-cost photo-mosaics and scuba on hard-substrata. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 21, 690–703.
- VERDURA, J., CEBRIÁN, E. Y LINARES, C., 2013. Efectes de les mortalitats massives en el coraligen al Parc Nacional de Cabrera. Màster d'ecologia, gestió i restauració del medi natural. Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC), Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona. 38 pp.
- WHORFF, J. S. Y GRIFTING, L., 1992. A video recording and analysis system used to sample intertidal communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 160, 1-12.

