

Temas de Oceanografía, es una colección de textos de referencia, que el Instituto Español de Oceanografía (IEO) publica con el fin de mejorar la difusión de la información científica relativa a las ciencias del mar dentro de la propia comunidad científica y entre los sectores interesados en estos temas.



Biodiversidad marina del golfo Ártabro (A Coruña) 50 aniversario del Centro Oceanográfico de A Coruña



Biodiversidad Marina del golfo Ártabro (A Coruña)

50 aniversario del Centro Oceanográfico
de A Coruña

Editores

Joaquín Valencia-Vila y Santiago Parra

Autores (por orden alfabético): Marco A. Ámez, Ignacio Bárbara, Antonio Bode, Jose Castro, Jose Luis Cebrián, Javier Cremades, Javier Cristobo, Pilar Díaz-Tapia, Juan Fernández, Verónica García Redondo, Santiago Parra, Viviana Peña, Pilar Ríos, Jose Rodríguez, Joaquín Valencia-Vila, Marta M. Varela, Carmen Vázquez, Eva Velasco

Mayo de 2021

Instituto Español de Oceanografía

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

Biodiversidad Marina del golfo Ártabro (A Coruña)

Editores

Joaquín Valencia-Vila y Santiago Parra

Edita: Instituto Español de Oceanografía
Ministerio de Ciencia e Innovación

Copyright: Instituto Español de Oceanografía
Corazón de María, 8. 28002 Madrid
Telf.: 913 421 100 / Fax: 915 947 770
E-mail: ieo@ieo.es
<http://www.ieo.es>

ISBN: 978-84-95877-56-7

NIPO: 835-21-001-X

Depósito Legal: M-23269-2021

Realización, impresión y encuadernación: Doce Calles Servicios Gráficos

Índice

50 Aniversario del Centro Oceanográfico de A Coruña	9
<i>S. Parra</i>	
Prólogo	11
<i>J. Valencia-Vila y S. Parra</i>	
Introducción.....	13
<i>J. Valencia-Vila y S. Parra</i>	
Capítulo 1. Historia de la Investigación marina en el golfo Ártabro	15
<i>J. Valencia-Vila</i>	
Capítulo 2. Golfo Ártabro: marco físico.....	45
<i>J. Valencia-Vila</i>	
Capítulo 3. Biodiversidad del plancton en el golfo Ártabro	71
<i>A. Bode y M. M. Varela</i>	
Capítulo 4. Flora bentónica marina.....	93
<i>I. Bárbara, V. Peña, V. Redondo, P. Díaz-Tapia y J. Cremades</i>	
Capítulo 5. Comunidades macroinfaunales submareales del golfo Ártabro.....	131
<i>S. Parra, J. Valencia-Vila, C. Vázquez y J. Fernández</i>	
Capítulo 6. Fauna bentónica marina de sustratos rocosos.....	163
<i>P. Ríos y J. Cristobo</i>	
Capítulo 7. Actividad pesquera de la flota artesanal en el puerto de La Coruña.....	187
<i>P. Ríos, E. Velasco, M. A. Ámez, J. L. Cebrián, J. Rodríguez y J. Castro</i>	

Autores (por orden alfabético de apellido):

Marco A. Ámez

Ignacio Bárbara

Antonio Bode

Jose Castro

Jose Luis Cebrián

Javier Cremades

Javier Cristobo

Pilar Díaz-Tapia

Juan Fernández

Verónica García Redondo

Santiago Parra

Viviana Peña

Pilar Ríos

Jose Rodríguez

Joaquín Valencia-Vila

Marta M. Varela

Carmen Vázquez

Eva Velasco

Editores: Joaquín Valencia-Vila y Santiago Parra

50 Aniversario del Centro Oceanográfico de A Coruña

2018 fue un año para recordar. Fue el año del cincuenta aniversario del Centro Oceanográfico de A Coruña, de 1968 a 2018. 50 años de trabajos de investigación para el estudio y conocimiento de los mares y océanos que nos rodean, con el epicentro en nuestro golfo Ártabro.

Fue esta fecha señalada la que nos impulsó a realizar una serie de actividades para conmemorar dicho acontecimiento. Se realizaron numerosos eventos divulgativos, muy diversos, como jornadas de puertas abiertas en nuestro centro oceanográfico o en el Buque Oceanográfico *Ramón Margalef* en el Puerto de A Coruña. Además, se realizó una exposición temporal en el Fórum Metropolitano, así como conferencias, charlas y talleres en el Museo de Ciencia y Tecnología, en el Aquarium Finisterrae y en distintos Institutos de Enseñanza Secundaria de la ciudad. También se organizaron visitas guiadas a nuestro centro y al intermareal de la ría coruñesa, esta última dentro de las actividades organizadas por el Festival Mar de Mares.

Por otra parte, para conmemorar el 50 aniversario se hizo un video institucional del Centro Oceanográfico de A Coruña, así como varias publicaciones de divulgación: la guía ilustrada *50 años, 50 especies marinas*, el libro infantil *Mensaje en una botella* y el cuaderno infantil para colorear *Coloreando el mar*. También nos propusimos realizar una publicación más técnica que materializamos en este libro que aquí presentamos y que hemos titulado *Biodiversidad marina del golfo Ártabro (A Coruña): 50 aniversario del Centro Oceanográfico de A Coruña*.

El presente libro intenta recopilar y condensar el conocimiento científico sobre la biodiversidad marina de la zona costera-marítima próxima a nuestro centro oceanográfico, es decir, nuestro entorno cercano, nuestro golfo Ártabro.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al personal del Centro Oceanográfico de A Coruña y a los colaboradores de otros Centros Oceanográficos como el de Gijón, Vigo y Santander, así como al grupo de investigación BIOCOST de la Universidade da Coruña por su implicación, desde el primer momento en la elaboración de este libro técnico. Sin ningún género de duda, durante el desarrollo de este tipo de iniciativas se fortalece la colaboración entre científicos de distintos centros e instituciones, contribuyendo a la mejora del conocimiento y prestigiando nuestra institución.

Santiago Parra Descalzo

Director del Centro Oceanográfico de A Coruña

Prólogo

Hace más de 50 años comenzó su andadura el Centro Oceanográfico de A Coruña. Ocurrió en un vetusto local del puerto, y se denominó por aquel entonces como Laboratorio del Noroeste. Durante este medio siglo este centro ha trabajado básicamente en las áreas de la biología pesquera, la acuicultura marina y la oceanografía multidisciplinar, si bien los equipos de investigación han ido evolucionando a lo largo de este tiempo, abriendo o cerrando líneas de trabajo según las circunstancias.

A pesar de haber trabajado en todos los océanos del mundo, incluidos el ártico y el antártico, una parte importante de las investigaciones del oceanográfico coruñés siempre han estado centradas en su entorno cercano: el golfo Ártabro. Desde los años ochenta, este centro coruñés monitorea el ambiente pelágico y bentónico de la ría de A Coruña y su plataforma adyacente. Esto supone una valiosísima serie histórica de datos oceanográficos, cuya utilidad quedó de sobra demostrada durante las catástrofes de los petroleros *Aegean Sea* y *Prestige*.

La idea de crear este libro surgió justo antes del 50 Aniversario del Centro Oceanográfico de A Coruña (1968-2018). Nace con la intención de recopilar y resumir el conocimiento científico en torno a la biodiversidad marina en el ámbito de trabajo más cercano al centro coruñés. Es intención de este libro el servir como publicación de referencia a todo tipo de estudio sobre la biodiversidad y la oceanografía biológica del golfo Ártabro. Para ello nos servimos de la información obtenida directamente del oceanográfico herculino tanto de sus series históricas, como de otros estudios realizados en la zona. Además, la colaboración en materia de pesca de los centros oceanográficos de A Coruña, Vigo, Santander y Gijón permitió aportar a este volumen el capítulo dedicado a las especies desembarcadas por la flota artesanal en la lonja coruñesa. Por otra parte, los especialistas en bentos duro del Centro de Gijón fueron los encargados de elaborar la parte dedicada a este tipo de fauna. Por último, reseñar la inestimable contribución del Grupo de Investigación BioCost de la Universidade da Coruña, auténticos referentes en el conocimiento de la botánica marina de la zona en cuestión.

Los editores.

Introducción

Joaquín Valencia-Vila y Santiago Parra

Centro Oceanográfico de A Coruña. Instituto Español de Oceanografía. Paseo Marítimo Alc. Fco. Vázquez, 10. 15001. A Coruña

Es innegable la relación que tiene Galicia con el mar, forma parte de su historia, de su cultura popular y de su tejido económico. El golfo Ártabro no es ajeno a esta importante relación del hombre con el medio marino, lo cual se constata a través de actividades tales como la pesca, el marisqueo, la acuicultura, el tráfico marítimo o el turismo. Una de las claves de esta relación son las condiciones oceanográficas que tienen lugar en esta zona. La costa gallega en general, y las aguas ártabras en particular, poseen una altísima productividad biológica. Además, lo recortado del litoral ártabro, debido a la presencia de las rías, da lugar a una gran variedad de hábitats que traen como resultado una alta biodiversidad. Es la riqueza cuantitativa y cualitativa de estas aguas la responsable de la gran importancia de la explotación del mar en el golfo Ártabro. Por ello, el conocimiento científico de los mares y los organismos que lo habitan, no sólo es una obligación ética de cualquier sociedad asentada en el litoral, sino que es fundamental para alcanzar una explotación sostenible del mar, así como para conocer sus amenazas y potencialidades.

Este libro consta de dos capítulos introductorios, en el primero se resume la historia de la investigación marina en el golfo Ártabro y áreas adyacentes. Consideramos importante que un libro que pretende sintetizar el conocimiento biológico de esta área cuente con un capítulo de recopilación histórica, mostrando el camino desde los primeros trabajos de investigación hasta nuestra época. La crónica de la oceanografía en la zona arranca en el siglo XVII con los trabajos de Jose Cornide. Podríamos resaltar, además, la partida de Alexander Von Humboldt, las campañas de Alberto I de Mónaco o los trabajos de Mariano de la Paz Graells, entre otros muchos otros hitos científicos que tuvieron lugar en la provincia coruñesa.

El segundo capítulo, también a modo de introducción, trata del marco físico del golfo Ártabro. Tras una descripción geográfica, hay una reseña geológica, que incluye la litología, la geomorfología y la sedimentología de la zona. Abarca también las principales características de la meteorología ártabra, debido a la importancia de los factores climáticos en la distribución de las especies, así como en los procesos oceanográficos. De forma más detallada, se explica la hidrografía de la zona, con temas tales como la circulación general, el ciclo de temperatura, el fenómeno de afloramiento, la salinidad o los nutrientes. Se finaliza el capítulo con una breve referencia a la geografía humana en el golfo.

El capítulo tercero versa sobre la biodiversidad del plancton, que son los organismos responsables de la mayor parte de la producción primaria de los océanos. En él se resumen los resul-

tados relativos a la diversidad biológica del programa de monitorización de la ría de A Coruña y la plataforma adyacente. Este seguimiento es llevado a cabo por el Centro Oceanográfico herculino desde los años 90 a través del Proyecto RADIALES. En esta parte se incluyen datos de fitoplancton, ciliados o zooplancton, cuya identificación se realiza mediante microscopía basándose en los caracteres morfológicos. Pero además, se trata el tema de la diversidad bacteriana, para cuyo estudio hay que recurrir a métodos de biología molecular.

El siguiente capítulo expone la diversidad de otros importantes productores primarios: las macroalgas y fanerógamas marinas. Este tema es estudiado desde hace décadas por la Universidade da Coruña, a través del Grupo de Investigación BioCost, autores del capítulo. En este apartado del libro se describe la diversidad, los hábitats y especies protegidas, así como las localidades de interés florístico. Por otra parte, se expone el estado de conservación y las amenazas, tales como la modificación del hábitat, las especies invasoras o el cambio climático. Finaliza el capítulo con los usos y aplicaciones de la flora bentónica, incluyendo el estado actual de la explotación de macroalgas en el golfo Ártabro.

El capítulo cuarto describe las comunidades macroinfaunales del golfo Ártabro. Desde los años 80 el Centro Oceanográfico de A Coruña ha estudiado la fauna submareal de los fondos blandos de la ría coruñesa y su plataforma adyacente. La ría de Ferrol fue muestreada también por parte del centro coruñés. Por otro lado, la fauna de la ría de Ares-Betanzos fue intensamente estudiada por la Universidade de Santiago de Compostela. El capítulo incluye también la evolución de dos comunidades macroinfaunales de la ría de A Coruña, que vienen siendo monitorizadas desde comienzos de los años 80, abarcando también los efectos que tuvieron sobre las mismas los dragados portuarios o los vertidos de contaminantes. Se completa esta parte del libro con una breve referencia a otros trabajos, los cuales están relacionados con el crecimiento y dinámica de ciertas especies de bivalvos, el suprabentos, las redes tróficas bentónicas o el marisqueo en la zona.

El quinto capítulo trata sobre la fauna bentónica de sustrato duro. En él se describen las especies de animales características de cada uno de los principales hábitats y dominios bentónicos: las zonas de maërl, el intermareal rocoso, los fondos rocosos infralitorales y las áreas rocosas circalitorales. Por otra parte, se comentan las especies moluscos, crustáceos, equinodermos y peces de sustrato duro que se explotan comercialmente en el ámbito del gofo Ártabro. Se finaliza este apartado con una referencia a la problemática de la fauna invasora en este tipo de sustrato.

Finalmente, el último capítulo es sobre las especies explotadas comercialmente por la flota artesanal en el puerto de A Coruña, describiendo su biología, capturas y biometría. El Instituto Español de Oceanografía (IEO) lleva décadas recopilando datos científicos de las capturas realizadas por la flota comercial, labor realizada actualmente desde el Proyecto SAP para la zona del Atlántico Nordeste. Los datos presentados en este capítulo fueron obtenidos a través de la *Red de Información y Muestreo*, y proceden de los datos de desembarcos y del muestreo de tallas en la lonja herculina.

Capítulo 1. Historia de la Investigación marina en el golfo Ártabro

Joaquín Valencia-Vila

Centro Oceanográfico de A Coruña. Instituto Español de Oceanografía. Paseo Marítimo Alc. Fco. Vázquez, 10. 15001. A Coruña.

1. Introducción

La historia de la investigación marina en el golfo Ártabro es sumamente interesante. En esta zona nacieron importantes investigadores del mar como José Cornide Saavedra o Ángeles Alvariño. Por sus aguas pasaron importantes campañas oceanográficas como las dirigidas por Alberto I de Mónaco o la efectuada por la fragata *Blanca*. Además, destacados expertos nacionales e internacionales, por ejemplo Graells o Sauvageau, llevaron a cabo sus estudios en la zona. Sus puertos vieron partir expediciones científicas tan significativas destacando la efectuada por el naturalista Alexander von Humboldt por el continente americano, o la Real Expedición de Guantánamo. Además, en la ciudad herculina tuvo lugar una interesante iniciativa con la creación de una sociedad oceanográfica a principios del s. XX. Asimismo, en las costas de esta comarca se dieron importantes experiencias pioneras para el aprovechamiento acuícola.

Todos estos temas serán tratados en esta sección del libro, que incluye además la trayectoria del Centro Oceanográfico de A Coruña en sus más de 50 años de existencia. Para terminar se hará una breve referencia a otras instituciones que realizan actualmente trabajos de investigación marina en la zona.

Este capítulo fue elaborado principalmente a partir de la bibliografía existente sobre la historia de la oceanografía. En ocasiones se ha acudido directamente a los antiguos tratados científicos para consultar la información que en ellos hay sobre la zona de estudio. Por otro lado, buena parte de los datos expuestos sobre los 50 años del Centro Oceanográfico de A Coruña proceden de entrevistas personales con los primeros trabajadores de la institución. Finalmente, mucha de la información expuesta sobre otras instituciones que trabajan actualmente en el campo de las ciencias marinas procede de sus propias páginas web.

2. Siglo XVIII

Es en el s. XVIII cuando comienzan los primeros estudios científicos sobre el mar en el golfo Ártabro. En dicho siglo XVIII tuvo lugar la Ilustración, un movimiento cultural que buscaba la ampliación del conocimiento. Las ideas de esta corriente calaron fuertemente en ciertos personajes de la clase alta de la época, y hubo notables casos de ilustrados que se dedicaron parcialmente al mar y a los organismos marinos, con especial atención hacia su aprovechamiento. Tal es el caso de Cornide, Sarmiento o Sáñez.

2.1. José Cornide de Saavedra (1734-1803)

Uno de los naturalistas más destacado de la época fue José Andrés Cornide Saavedra y Folgueira (Fig. 1), nacido en A Coruña en 1734 en una familia de hidalgos. Cornide ostentó distintos cargos públicos en A Coruña y Santiago de Compostela, hasta que se instaló definitivamente en Madrid, donde trabajó en la Corte. Como buen ilustrado cultivó distintas áreas del conocimiento, destacando en historia, ciencias naturales, geografía y, sobre todo, economía. De hecho, es la economía la que le empujó al estudio del mar y de la pesca, con el fin de mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales marinos (Martínez-Barbeito 1996).



F. JOSÉ CORNIDE DE SAAVEDRA.

© Archivo municipal Coruña

Figura 1: José Cornide (Fuente: Archivo Municipal de A Coruña).

En 1774, Cornide publicó *Memoria sobre la pesca de la sardina en las costas de Galicia*, en donde detalló importantes aspectos de la biología de este pez: morfología, migraciones, épocas de puesta, etc. Además, en ella tomó partido en la polémica que en aquella época existía entre la pesca tradicional al *xeito* frente a los nuevos métodos traídos por los fomentadores catalanes, defendiendo Cornide a la flota local (Martínez-Barbeito 1996).

Otra obra muy destacada que realza la faceta naturalista del ilustrado coruñés es *Ensayo de una historia de los peces y otras producciones marinas de la costa de Galicia* (1788), que incluye la descripción de unas 120 especies marinas. Cabe reseñar que en esta publicación aparece la primera referencia mundial a la plataforma continental (Paz-Andrade 1983). Para ello Cornide se basó en el conocimiento de los marineros para hablar de un “escalón” desde la costa *hasta un veril o borde conocido también por los Pescadores con el nombre de “Sierra”* (Cornide 1788).

Con sus obras, Cornide fue el primero en realizar una descripción rigurosa de la sardina, a la que denominó científicamente *Arengus minor*, si bien es el nombre de *Sardina pilchardus* el aceptado entre la comunidad científica desde 1965 (González-Garcés *et al.* 2011).

2.2. Dos barcos privados de investigación marina

A finales del siglo XVIII tuvo lugar una interesante experiencia de promoción de la investigación pesquera impulsada desde el sector empresarial. En A Coruña se armaron los primeros barcos privados para la búsqueda de nuevos caladeros y la experimentación de distintas artes de pesca. Los impulsores de este proyecto fueron Antonio Sáñez Reguart (1735?-1783) y Jerónimo Hijosa (1723-1803). El primero fue otro importante ilustrado que estudió los problemas de la pesca y sus posibles soluciones (López 2005). Por su parte, Hijosa era un empresario

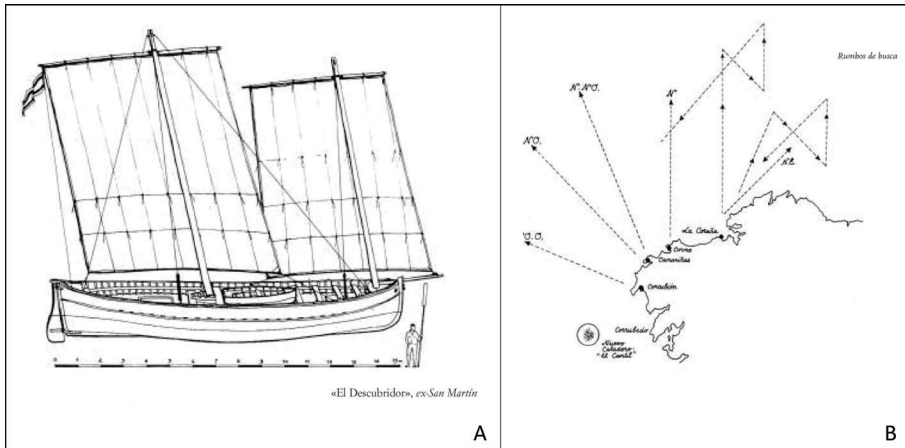


Figura 2: Recreación del Descubridor (A) y de la ruta realizada (B), según J.C. Árbex (Fuente: Árbex 2005).

dedicado a diversas actividades tales como el comercio, el corso, la pesca o la salazón de pescado (Fraga 2014a). Sáñez e Hijosa consiguen el apoyo económico de la Administración para crear la *Empresa de Pesca en Galicia*, con sede en A Coruña. El primer objetivo de la recién creada empresa era hacerse con seis barcos para llevar a cabo las siguientes funciones: descubrimiento y evaluación de caladeros, pruebas de artes y cebos, tareas de sondaje, y ensayos de conservación del pescado. Finalmente fueron dos los barcos adquiridos, el *Descubridor* y el *Explorador* (Fig.2a). Mediante una serie de transectos desde la costa hacia el mar abierto (Fig. 2b), los barcos iban realizando sondajes sistemáticamente mediante el uso del escandallo; además, en caso de encontrar algún banco de peces se realizaban pescas (López 2005). La actividad de estos barcos duró poco más de un año. Los resultados de sus investigaciones fueron más bien escasos, resaltando el descubrimiento de un caladero al oeste de Corrubedo conocido actualmente como O Canto (Fraga 2014a).

2.3. Malaspina y A Coruña

A finales del siglo XVIII la ciudad herculina fue testigo de uno de los episodios más oscuros de la historia de la ciencia en España, con el encarcelamiento de Alessandro Malaspina (1754-1809) en el Castillo de San Antón entre 1796 y 1802. Este oficial italiano, junto a José de Bustamante (1759-1825), fueron los impulsores de la primera expedición científica oceánica (Alvariano 2002), que navegó por América, Asia y Oceanía realizando estudios geográficos, antropológicos, botánicos, zoológicos, políticos, económicos, etc. Desde el punto de vista oceanográfico midieron la temperatura de aguas profundas y tomaron muestras de agua a distintos niveles. Al regreso de la expedición, las ideas e intereses de Malaspina chocaron directamente contra los de Godoy, primer ministro de Carlos IV, que lo acusó de conspirar contra el Estado (Puig-Samper 2016). Tras un juicio, fue condenado a prisión en el mencionado castillo coruñés. Finalmente en 1802 pudo abandonar la ciudad herculina al ser conmutada su pena por el destierro, gracias a la mediación de Napoleón. Por desgracia el material científico conseguido durante la expedición fue requisado por orden de Godoy, por lo que apenas tuvo trascendencia en su época. Cornide fue elegido para preparar la publicación de parte de los resultados, pero finalmente ese proyecto se frustró (González 1992).

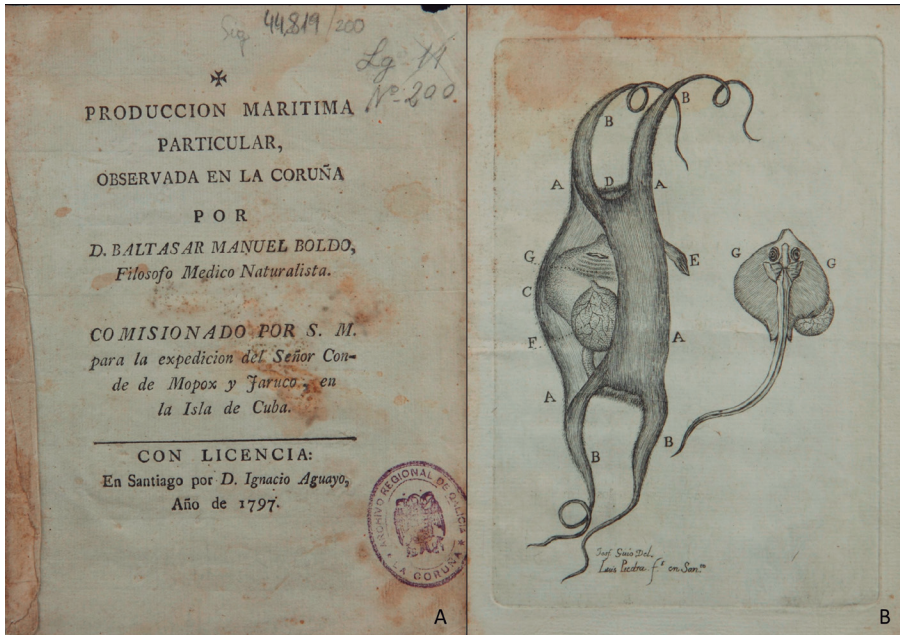


Figura 3: Dibujo realizado por J. Guío para una publicación de B.M. Boldo en la que se describe la disección de un huevo de raya (Fuente: Boldo 1797).

2.4. Real Expedición de Guantánamo

En 1796 zarpa desde el puerto de A Coruña la Real Expedición de Guantánamo, dirigida por el Conde de Mopox. El principal objetivo era trazar un canal de transporte de madera hasta los astilleros de La Habana. La expedición contaba con un naturalista, Baltasar Manuel Boldo (1766?-1799), con el cometido principal de examinar las maderas y plantas cubanas (Dosil 2002), aunque también aprovechó el viaje para estudiar insectos, aves y peces (Puig-Samper 2011). A Boldo le acompañaba el dibujante José Guío, que ya había participado en una parte de la Expedición de Malaspina.

La salida de la expedición desde el puerto herculino tuvo que retrasarse debido al mal tiempo reinante. Durante esa espera, José Guío se dedicó a recolectar ejemplares de algas (Dosil 2007). Por su parte, Boldo aprovechó la demora para estudiar los diversos organismos arrojados por el temporal. Entre ellos observó una cápsula de huevo de raya intacta que, tras diseccionarla, encontró el embrión de este pez cartilaginoso (Fig. 3, Boldo 1797). Por aquellos tiempos no se conocía con certeza la naturaleza de esta estructura, por lo que Boldo escribió un trabajo con su descubrimiento que fue publicado al año siguiente en Santiago de Compostela de forma póstuma, puesto que este naturalista moriría en Cuba en el transcurso de la misión (Dosil 2002).

2.5. Partida de la expedición de Alexander von Humboldt

Pocos años después de la salida de la Real Expedición de Guantánamo, el puerto coruñés fue testigo de la partida del prestigioso científico alemán Alexander von Humboldt (1769-1859,



Figura 4: Alexander Von Humboldt, retrato realizado por F.G.Weitsch.

Fig. 4). Este investigador realizó a lo largo de su vida estudios de muy diversas ramas científicas: geografía, botánica, oceanografía, geología, antropología, etc., al igual que otros de sus coetáneos citados en este capítulo. Von Humboldt, junto al botánico francés Aimée Bonpland (1773-1858), consiguieron el beneplácito del rey Carlos IV para explorar las colonias españolas en América. Para emprender el viaje se dirigió hacia A Coruña con el fin de embarcarse en la corbeta *Pizarro*, con destino a La Habana y México (Yebra 1999).

A su llegada a la ciudad ártabra, el puerto estaba bloqueado por dos fragatas inglesas, lo que obligó a von Humboldt y a Bonpland a permanecer en A Coruña unos diez días. En este tiempo, el investigador alemán llevó a cabo mediciones de temperatura del agua en la ría de Ferrol. Además, aprovechó para tomar muestras de organismos marinos, realizar mediciones de las coordenadas geográficas de Ferrol y establecer una hipótesis sobre el origen geológico de esa ría (Brezmes 2017). Cuando por fin von Humboldt y Bonpland abandonaron la ciudad rumbo a América, al navegar delante del Castillo de San Antón, el alemán se acuerda del “infortunado Malaspina” que en ese momento está preso en la fortificación (Fraga 2005).

Este viaje que iniciaban von Humboldt y Bonpland por América del Sur tuvo unos resultados científicos de gran trascendencia. De hecho, se considera el inicio de la geofísica moderna (Yeber 1999); pero además de los estudios geológicos, recopilaron gran cantidad de datos meteorológicos, geográficos, etnográficos, biológicos, etc. Dentro del ámbito de la oceanografía, el científico alemán destacó por el estudio del sistema de corrientes marinas de la costa peruana, conocida hoy como Corriente de Humboldt. Además, durante su recorrido, von Humboldt y Bonpland recogieron numerosos ejemplares de animales y plantas, incluyendo representantes marinos (Brezmes 2017).

3. Siglo XIX

La oceanografía mundial verá en la segunda mitad del s. XIX un importante impulso mediante expediciones como la del *Challenger* y la fundación de laboratorios costeros permanentes en distintas ciudades europeas como Ostende, Nápoles, Kiel, Santander... (Pérez-Rubín 2008).

3.1. Naturalistas del s. XIX

Como continuación del trabajo de los ilustrados, durante el s. XIX hubo un destacado número de naturalistas españoles y extranjeros que se dedicaron a identificar y coleccionar ejemplares de la fauna marina de nuestras costas, centrándose especialmente en peces y moluscos (Pérez-Rubín 2008). En este contexto, el golfo Ártabro fue objeto de interesantes estudios.

El naturalista más destacado del s. XIX fue el riojano Mariano de la Paz Graells (1809-1898), que además trabajó mucho en el norte peninsular, incluyendo las Rías Altas. Su legado va más allá de la típica labor de naturalista de su tiempo, por lo que le dedicaremos un apartado específico.

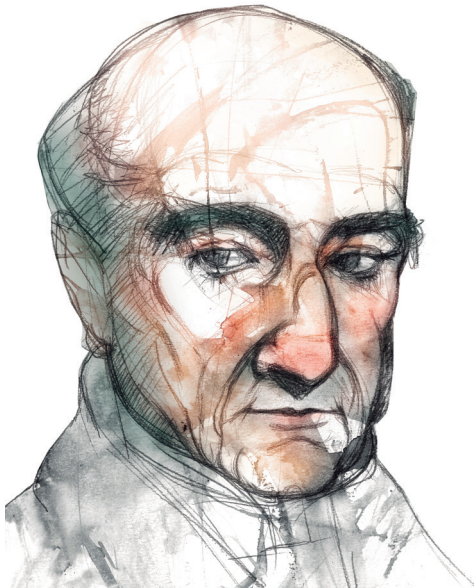


Figura 5: Ramón de la Sagra, retrato de E. Merle (Fuente: MUNCYT/FECYT).

El ferrolano José Alonso López (1763-1824) era profesor de Matemáticas en la Academia de Guardiamarinas de dicha ciudad. En 1820 publica *Consideraciones generales a favor de la libertad de los pueblos particulares relativas a El Ferrol y su comarca*, siguiendo la tradición enciclopedista de la Ilustración. Dicha obra comprende cinco volúmenes; el segundo está dedicado a la historia natural e incluye datos de geología, meteorología, fauna y flora. Dentro de estos dos últimos apartados se incluyen numerosos taxones marinos. Por otra parte, en este volumen se expone un extenso estudio sobre la pesca (López 1820).

Otro importante naturalista de esta época fue Ramón de la Sagra (1798-1871, Fig. 5), nacido en A Coruña en 1798. Este investigador partió desde la ciudad herculina en 1823 hacia La Habana para ocupar una

cátedra de Historia Natural. Durante la travesía aprovechó para tomar datos de temperatura, densidad y salinidad del agua en distintas profundidades, emulando las medidas que había emprendido von Humboldt años antes. Estos datos serían incluidos en varias de sus publicaciones, incluida la que sería su gran obra científica: *Historia Física, Política y Natural de la Isla de Cuba*, de 14 volúmenes. Aparte de los datos hidrográficos mencionados, y en lo referente a la oceanografía, en esta obra también se incluyen descripciones de especies de fauna y flora marinas (Fraga 2017a). Ya de vuelta a España escribió en 1857 *Informe al Consejo de Agricultura de Madrid, sobre la introducción de la piscicultura en España* (Pérez-Rubín 2010). Científicamente De la Sagra destacó especialmente por sus contribuciones al desarrollo de la agricultura cubana.

Patricio María Paz y Membiela (1808-1874), nacido en Ferrol, fue un importante coleccionista de moluscos, de los que llegó a reunir unos 40.000 ejemplares, recolectados durante sus viajes como marino militar. Además de su faceta como coleccionista, Paz y Membiela es conocido por ser nombrado jefe de la Comisión Científica del Pacífico, que partiría de Cádiz en 1862. Esta misión científica buscaba recuperar el espíritu de las grandes expediciones de la Ilustración. Sin embargo, el papel del ferrolano en esta empresa quedó marcado por sus continuas disputas con la tripulación y el personal investigador. Debido a estos enfrentamientos, Paz y Membiela dimitió como jefe de la expedición cuando los barcos se encontraban en Perú, mientras que el resto de los expedicionarios continuaron su viaje. Durante su periplo, la Comisión Científica recorrió diversos países de Sudamérica, recopilando numerosos ejemplares biológicos (Brezmes 2017).

Aparte de Graells, Paz y Membiela, etc., otros personajes que se dedicaron a identificar y recolectar especies de moluscos en las Rías Altas fueron el escocés Robert Mc Andrew (1802-1873; Pérez-Rubín 2008), y los naturalistas españoles Laureano Pérez Arcas (1824-1894), Jerónimo Macho (1826-1899) y Andrés Cisneros. La información aportada por estos últimos quedó reflejada en la publicación de Joaquín González-Hidalgo (1839-1923) titulada *Moluscos Marinos de España y Portugal*, en la que se incluyen citas localizadas en las rías de A Coruña, Ares-Betanzos y Ferrol (González-Hidalgo 1870).

En 1866, el ferrolano Víctor López Seoane (1832-1900) publica *Reseña de la Historia Natural de Galicia*, escrito a petición del intelectual gallego Manuel Murguía, con el fin de incorporarlo a su *Historia de Galicia* (Dosil 2007). Se trata de una descripción de la flora, fauna y geología de Galicia. En él se comentan algunas de las especies marinas más significativas de algas, reptiles, peces, moluscos, anélidos, equinodermos y cnidarios (López-Seoane 1866).

En 1875, el Castillo de San Antón de A Coruña fue otra vez testigo del encarcelamiento de otro ilustre científico, Augusto González de Linares (1845-1904), fundador del primer laboratorio de investigación marina en Santander. Por aquel entonces, González de Linares daba clases en la Universidad de Santiago de Compostela, e ingresó en la prisión coruñesa durante varias semanas por rechazar las instrucciones del gobierno para limitar la libertad de enseñanza (González-Garcés *et al.* 2011); también hay que destacar que era un firme defensor de las teorías darwinistas (Madariaga 2004). Años más tarde de su estancia en prisión, González de Linares realizó una exploración costera del norte peninsular junto a José Rioja Martín (1866-1945), en la cual realizaron dragados en las rías de A Coruña, Ferrol, Arousa, Pontevedra y Vigo (Madariaga 2004).

El compostelano Santiago de la Iglesia (1851-1931) desarrolló su vida laboral en Ferrol ejerciendo de médico, profesor de ciencias o político. Dentro del estudio del medio marino, destacó por sus estudios dirigidos a la aplicación industrial de las algas, concretamente hacia la obtención de

yodo. Además, buscó inversiones en Inglaterra con la finalidad de comenzar el aprovechamiento económico de las algas en Galicia, aunque estas gestiones resultaron infructuosas (Dosil 2007).

En 1886 tuvo lugar la primera expedición española propiamente oceanográfica, a bordo de la fragata *Blanca*. En esta campaña estaba embarcado como naturalista Odón de Buen (1863-1945), quien sería fundador del Instituto Español de Oceanografía (IEO) en 1914. El barco visitó Ferrol en su periplo y de Buen aprovechó esta escala para recoger muestras de peces y crustáceos que fueron enviados al Museo de Ciencias Naturales de Madrid (Fraga y Díaz-Fierros 2002).

El madrileño Blas Lázaro Ibiza (1858-1921) publicó en 1889 el artículo *Datos para la flora algológica del norte y noroeste de España*, que incluye 154 especies recolectadas en las provincias de Santander, Asturias, A Coruña y Pontevedra durante sus estadias veraniegas. Esta obra se considera el punto de partida de los estudios algológicos del norte peninsular. La información aportada en este trabajo fue posteriormente usada por el botánico compostelano M. Colmeiro (1816-1936) en su obra *Enumeración y revisión de las plantas de la Península hispano-lusitánica e islas Baleares* de 1885 (Dosil 2007).

A finales del s. XIX el norte peninsular recibió la visita del ficólogo francés Camille Sauvageau (1861-1936), conocido, entre otras cosas, por sus estudios sobre la alternancia de ciclos de las feofíceas. Dentro de dicho viaje, toma muestras en 1895 en Ribadeo y A Coruña. Como resultado de esos estudios publicó varios artículos en los que cita más de 150 especies de algas marinas en Galicia. Además de sus listados taxonómicos, sus trabajos sobre la flora de nuestras costas incluyen un enfoque ecológico con descripciones de la zonación litoral y de los principales tipos de vegetación (Cremades y Fraga 2014).



Figura 6: M.P. Graells (Fuente: Biblioteca Nacional de España).

3.3. Mariano de la Paz Graells

El riojano Mariano de la Paz Graells y de la Agüera (1809-1898, Fig. 6). Trabajó en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, del que llegó a ser el director. Allí comenzó su interés por la ictiología (Cervantes 2009).

Se considera a Graells como el primer biólogo moderno de España. Centró su trabajo en la explotación racional de los recursos acuáticos y en el impulso cultivo de los cultivos marinos.

En 1865 se formó la Comisión Permanente de Pesca, gracias a la gestiones del riojano. Este órgano, funcionó como asesor en materias de pesca y acuicultura. Graells formó parte de ella desde sus comienzos hasta 1867, impulsando la modernización de la normativa pesquera. (Pérez-Rubín 2008). Con el patrocinio de la Comisión, Graells propuso la creación de dos observatorios para

estudios marinos, uno estaría ubicado en Ortigueira y el otro en el delta del Ebro. Sin embargo estas propuestas no fructificaron (Madariaga 2004).

En 1870 publicó *La exploración científica del Departamento de Ferrol*. Dicha obra abarca todo el norte peninsular y trata sobre la crisis de la industria ostrícola. Además hay una descripción científica de la costa, así como un listado de especies marinas, con interesantes datos de algunas de ellas, y un estudio de la actividad pesquera-marisquera en Galicia y el Cantábrico (Graells 1870).

Por otra parte, Graells fue un pionero en el desarrollo de la acuicultura en España, en un momento en el que había un creciente interés por modernizar las técnicas acuícolas. En 1864 escribió *Manual práctico de Piscicultura* y en 1866 fundó la primera piscifactoría en La Granja de San Idelfonso. Años más tarde el riojano fue el responsable de poner en marcha el *Parque nacional de Ostricultura de Santa Marta de Ortigueira* (Pérez-Rubín 2008). Los cometidos del parque eran tanto la formación de acuicultores como el suministro de reproductores y semillas a otros parques (Pérez-Rubín 2010). Graells vigiló personalmente la puesta en marcha del parque en 1876, el cual continuaría funcionando hasta 1887 (Cervantes 2009).

3.4. Estudios de Biología Pesquera durante el s. XIX

A mediados de este siglo se observó en Galicia una importante disminución en las capturas de sardina, lo que conllevó un empobrecimiento del sector pesquero. Por ello a lo largo de la segunda mitad del s. XIX se encargan varios informes para estudiar las causas de estos declives y las posibles soluciones. Uno de estos informes fue elaborado por Graells en 1881 (Pérez-Rubín 2008).

También en Bretaña hubo también una importante crisis en la pesquería de sardina durante la década de los 80. Para estudiar las causas del declive en aguas bretonas se organizó en Francia una campaña oceanográfica en 1886, en la que iba embarcado Alberto I de Mónaco (1848-1922, Fig. 7, González-Garcés *et al.* 2011). Esta expedición hizo escala en Ferrol y A Coruña, donde aprovecharon para conocer los métodos de pesca de la sardina y su posterior elaboración industrial. Aparte del estudio de la pesquería gallega, durante la campaña se hizo una comparación de los contenidos estomacales entre las sardinas de Galicia y Bretaña (Franco *et al.* 2009).



Figura 7: Alberto I de Mónaco (A), arriado de una nasa durante una de sus campañas (B). Fuente: Le Musée océanographique de Monaco, Fondation Albert Ier, Prince de Monaco).

Dadas las fluctuaciones en la sardina y de otras especies de interés en el noroeste ibérico, se empezó a presionar al Gobierno para conseguir la instalación de una estación de investigación marina en las costas de Galicia. Como consecuencia surgieron distintos artículos en los periódicos locales, así como cartas dirigidas al gobierno central reflejando dicha reclamación. Efectivamente, la fundación del primer laboratorio marino de España tuvo lugar en esta época, dicha tarea fue encargada a González Linares. Hubo varias propuestas para instalar este laboratorio en Galicia, concretamente las ciudades de Ferrol y Vigo hicieron algunas gestiones para conseguirlo. Finalmente González Linares creó en Santander en 1886 la Estación de Biología Marina. (Madariaga 2004).

4. Siglo xx

Si bien en los siglos XVIII y XIX hubo importantes iniciativas científicas más o menos individuales por parte de distintos investigadores, será en el s. XX cuando se produce la definitiva evolución hacia un trabajo colectivo y coordinado en distintos tipos de organizaciones. Como acabamos de ver, en 1886 se crea la Estación de Biología Marina de Santander. Este laboratorio, junto a otro fundado en Palma de Mallorca, formarán en 1914 el Instituto Español de Oceanografía, que rápidamente empieza a organizar campañas oceanográficas por aguas de Galicia y el Cantábrico. A comienzos del s. XX surgen también las sociedades oceanográficas civiles, un importante ejemplo fue la creada en A Coruña en 1906 (ver más adelante).

En el s. XX tuvo lugar la incorporación de la mujer a la investigación marina española. El IEO fue pionero en este aspecto de forma que en los años 20 el IEO ya contaba con varias investigadoras en su plantilla (Pérez-Rubín 2005). Dentro del ámbito del golfo Ártabro destaca la oceanógrafa ferrolana Ángeles Alvariño, a la que se le dedicará también un apartado específico en este capítulo.

En el área geográfica que abarcamos en este libro, en la segunda mitad de s.XX cabe resaltar la fundación del Centro Oceanográfico de A Coruña en 1968, cuya trayectoria también repasaremos.

4.1. Estudios oceanográficos de principios de siglo

Como se explicó anteriormente, a partir de aproximadamente 1850 hay una creciente demanda de datos científicos para estudiar y paliar los problemas pesqueros. En el s. XX continúa esta tónica, de hecho, se publica la Real Orden de 1904 que establecía la recopilación de datos estadísticos y técnicos pesqueros. Además, en la primera mitad del siglo se forman diversas comisiones y se redactan diferentes informes que tratan las crisis del sector (Figs. 8 y 9). Algunos de estos informes insistían de nuevo en la necesidad de la instalación de un laboratorio de investigación marina en Galicia. En una de las comisiones citadas antes, concretamente la formada en 1916, participaron prestigiosos naturalistas como Odón de Buen o Benigno Rodríguez Santamaría. Este último, fue un destacado estudioso de la pesca que fue recogiendo información sobre el sector pesquero durante sus distintos destinos como Contramaestre de Puerto. Sus publicaciones incluyen numerosos datos sociológicos, biológicos y oceanográficos, tanto de la costa gallega como del Cantábrico (Pérez-Rubín 2008).



Figura 8: Descarga de pescado en el puerto de A Coruña, años 10 (Fuente: Archivo do Reino de Galicia).



Figura 9: Preparando los palangres en la playa de Riazaor, años 30 (Fuente: Archivo do Reino de Galicia).

Un ficólogo apenas reconocido fue el coruñés Fermín Bescansa (1874-1957) que trabajó como profesor en el Instituto de A Coruña. Desde 1905 empieza a herborizar algas, tomando muestras principalmente en A Coruña y alrededores. En 1948, Bescansa escribió un artículo titulado *Herborizaciones algológicas en La Coruña, Nigrán y Bayona* en el que incluye 184 taxones. A pesar de que en su día el impacto de esta publicación fue escaso, en los años 90 se encontró el herbario de este investigador, el cual fue trasladado a la Universidade da Coruña. La posterior revisión de su obra permitieron la puesta en valor del trabajo de este ficólogo (Dosil 2007).

Otro interesante personaje de la oceanografía coruñesa de primeros del s. XX fue Francisco Batista. Nacido en la ciudad herculina en 1886, destaca por su traducción de la obra *Instruments y operaciones de Oceanografía Física* escrita unos años antes por Thoulet. Esta versión en español se publicaría en A Coruña en 1912 (Pérez-Rubín 2008).

Por último, Isidro Parga Pondal (1900-1986) fue un importante geólogo gallego nacido en Laxe. Aparte de sus destacados trabajos geológicos, publica en 1927 un interesante estudio para el aprovechamiento industrial de las algas marinas (Parga-Pondal 1927).

4.2. Sociedad Oceanográfica de A Coruña

Paralelamente a la aparición de las primeras instituciones públicas de investigación marina desde finales del siglo XIX, surgieron iniciativas personales de civiles y marinos que dieron lugar a las Sociedades Oceanográficas. En 1899 se funda en Burdeos la *Société d'Océanographie du Golfe de Gascogne*. A instancias de esta Sociedad francesa, se propone crear en A Coruña una Subcomisión Oceanográfica. De esta forma surge en 1906 el que sería el *Subcomité de La Coruña de la Sociedad de Oceanografía del Golfo de Gascuña*. En sus inicios estuvo presidida por Esteban Bertránd, un ingeniero francés residente en la ciudad herculina, que además era vicepresidente de la Sociedad Oceanográfica del Golfo de Gascuña (Pérez-Rubín 2008). En 1907 el rey Alfonso XIII acepta la presidencia de honor de la institución coruñesa, pasando a denominarse *Real Subcomité de la Coruña de la Sociedad de Oceanografía del Golfo de Gascuña* (Guerra y Prego 2003). En 1909, Bertránd deja la presidencia del Subcomité al mudarse de A Coruña, lo cual marcó una progresiva independencia de su matriz, la Sociedad del Golfo de Gascuña (Fraga 2017b).

Entre los trabajos desarrollados por la sociedad coruñesa destaca colaboración con la Sociedad Oceanográfica del Golfo de Gascuña en su estudio de las corrientes del Golfo de Vizcaya, como veremos en el siguiente apartado (González-Garcés *et al.* 2011). Por otra parte, el propio Bertrand se encargaba de recoger especies raras pescadas por los vapores de la pesca de altura. Algunos de estos ejemplares fueron estudiados por Ignacio Bolívar (1850-1944), investigador que llegó a presidir la Junta para la Ampliación de Estudios (JAE), y que publicó varios artículos con la información y ejemplares facilitados por la sociedad coruñesa (Bolívar 1907).

En 1911, se inaugura el denominado *Pabellón Oceanográfico* que serviría de sede del Subcomité (Fig. 10, Fraga 2017b). En dicha sede, a partir de 1914, se instaló provisionalmente el Observatorio Meteorológico. La toma de datos climáticos desde este pabellón supuso el comienzo de la meteorología profesional en Galicia (Sánchez *et al.* 2014).



Figura 10: Pabellón Oceanográfico, sede del Real Subcomité de la Coruña de la Sociedad de Oceanografía del Golfo de Gascuña (Fuente: Arquivo Municipal de A Coruña).

Las actividades de la sociedad oceanográfica finalizaron en 1918 debido a que las cuotas de sus socios no podían mantener económicamente a la institución, especialmente desde la decisión de Hacienda de cobrar la contribución por el pabellón oceanográfico (Fraga 2017b).

En otras ciudades como San Sebastián, Barcelona o Almería se crearon también sociedades oceanográficas. Sin embargo la única que continúa funcionando a día de hoy es la Sociedad Oceanográfica de Guipúzcoa, con sede en San Sebastián (Pérez-Rubín 2008).

4.3. Campañas oceanográficas de principios de siglo

Durante las primeras décadas del s. XX el golfo Ártabro recibió la visita de interesantes campañas oceanográficas, tanto nacionales como internacionales.

En la primera década de siglo, la Sociedad Oceanográfica del Golfo de Gascuña organiza varias campañas por las costas de Galicia. En ellas estudiaban las corrientes, se tomaban muestras de aguas, sedimentos y organismos marinos (desde plancton hasta cetáceos), y también estudiaban el sector pesquero en los puertos en los que paraban (González-Garcés *et al.* 2011; Fraga 2017b). Una de estas campañas, concretamente la de 1906, contó con la participación de la recién creada sociedad oceanográfica coruñesa. Dicha campaña se dedicó al estudio de las corrientes mediante la liberación de flotadores a la deriva. El propio Subcomité de La Coruña también realizó otra campaña para el lanzamiento de unos 200 flotadores entre Vigo y Estaca de Bares, usando para ello el cañonero *Marqués de la Victoria* (Fraga 2017b).



Figura 11: Campaña a bordo del cañonero *Hernán Cortés* (Fuente: Archivo IEO).

Entre 1908 y 1910 tuvieron lugar las *Expediciones Oceanográficas Danesas*, a bordo del barco *Thor*, las cuales incluyeron algunas estaciones al norte de las Islas Sisargas (Pérez-Rubín 2008). Estas campañas alcanzaron gran repercusión y, al contrario de las investigaciones coetáneas, no buscaba nuevos taxones o rarezas. Su objetivo era obtener información sobre las especies más abundantes, así como estudiar la hidrografía del océano Atlántico y Mediterráneo (Mavraki *et al.* 2016).

En 1909 A Coruña recibe de nuevo la visita de Alberto I de Mónaco y de su barco el *Princesse Alice*. Su intención era entrar en contacto con el Subcomité de La Coruña, con los que intercambió regalos y del que fue nombrado presidente de honor (Fraga 2014b).

Otra visita de un ilustre personaje fue la del explorador francés Jean Baptiste Charcot (1867-1936), famoso explorador polar, que recalca dos veces en el puerto coruñés durante la primera década del s. XX. En la primera visita se dirigía hacia la Antártida, mientras que la segunda ocasión retornaba del continente blanco, siendo recibido por el Subcomité de A Coruña. Se sabe que estuvo, al menos, una tercera vez en A Coruña, pero apenas se tiene información (Fraga 2014c).

La primera campaña en Galicia del recién creado Instituto Español de Oceanografía tuvo lugar por las Rías Baixas en 1916 con el cañonero *Hernán Cortés* (Fig. 11). En 1917 y 1918 se hacen unas campañas más amplias con el mismo buque, cubriendo la zona comprendida entre la desembocadura del río Miño y Santander (Pérez-Rubín 2008). Estas campañas fueron muy fructíferas en cuanto a las publicaciones resultantes, destacando las realizadas por Fernando de Buen sobre la sardina y las de Antonio Ipiens sobre química oceanográfica.

En 1924 España entra a formar parte del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (*International Council for the Exploration of the Sea, ICES*). Como consecuencia de la adhesión española se acordó realizar una serie de campañas en el norte peninsular que complementaban otros estudios de la plataforma atlántica europea. Ello se materializó en diversas campañas entre 1925 y 1933 para estudiar las condiciones hidrográficas de la columna de agua. Algunas de las estaciones de muestreo se situaban en la costa norte de Galicia, siguiendo los paralelos 8° y 9° O (Pérez-Rubín 2008).

4.4. Curso de Biología Marina en A Coruña en 1920

A principios del siglo XX el Museo Nacional de Ciencias Naturales empieza a organizar cursos estivales de Biología Marina, siendo escogida A Coruña como sede del curso en 1920. Las clases duraron dos meses y estuvieron dirigidas por el prestigioso zoólogo Enrique Rioja (1895-1963). Al finalizar el curso, Rioja efectúa una excursión por las rías gallegas, fijándose en Marín como posible sede de una nueva estación marítima. De hecho, en esta localidad pontevedresa llegó a instalarse la *Estación de Biología de San Rafael*, dependiente de la JAE, que llegó a funcionar entre 1932 y 1935 (Dosil 2007).

4.5. Acuicultura

Las primeras concesiones para el cultivo de mejillones y almejas en Galicia tuvieron lugar principalmente en los años 30, mientras que en el caso de la ostra ya existía un parque autorizado en la ría de O Burgo en 1878. En los años 40 empieza el cultivo en bateas en las rías lo que supone el despegue definitivo de la miticultura gallega (Fig. 12, Pérez-Rubín 2010).

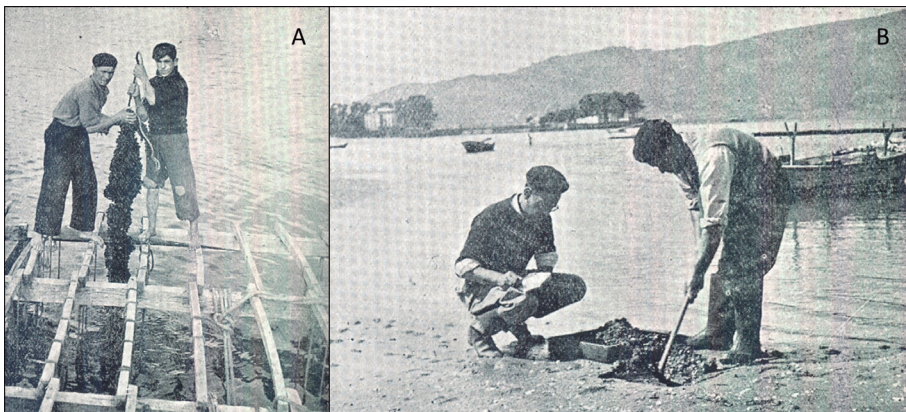


Figura 12: Cultivos de mejillones en Galicia durante los años 50 en Galicia (Fuente: Lozano Cabo 1970, Imágenes cedidas por gentileza de Ediciones Paraninfo).

Las tareas de investigación y desarrollo se llevaron a cabo desde los inicios de la acuicultura gallega. En dichas labores, el IEO jugó un papel muy importante. Una figura fundamental fue Jose María Navaz (1897-1975), investigador del Laboratorio Oceanográfico de Vigo, del que durante unos años fue su director (González-Garcés *et al.* 2011). A finales de los años 30, Navaz llevó a cabo diversas investigaciones sobre el cultivo de ostra, almeja y berberechos, fundamentalmente en la ría de Vigo (Pérez-Rubín 2008).

En el golfo Ártabro también se llevaron a cabo interesantes experiencias. En 1938 se implantan en la ría de Ares-Betanzos unas 40.000 semillas de ostras. A pesar de que los resultados iniciales de esta experiencia fueron muy decepcionantes, luego se demostró que las semillas de ostra fueron arrastradas a otras zonas, de forma que en los años siguientes hubo un aumento generalizado de la abundancia de este molusco en la citada ría (Polanco y Corral 2002).

Otra interesante iniciativa para el desarrollo de la acuicultura gallega fue la llevada a cabo por Manuel Sánchez y Sánchez (fallecido en 1967), de la Dirección General de Pesca, que consiguió el apoyo de la Diputación de La Coruña para crear el denominado *Parque de Experiencias de la ría del Burgo* (Fernández 2005). En él experimentó los sistemas de colectores de ostra mediante estacas verticales. También realizó experiencias de captación de mejillón con el sistema de estacas y el posterior engorde en empalizadas situadas en el intermareal, método que defendía frente al cultivo en bateas (Sánchez 1949). Manuel Sánchez llegó a asesorar a la empresa arousana Viveiros del Rial en el cultivo de la ostra. Al fracasar comercialmente esta explotación se decantaron en 1946 por el cultivo del mejillón en batea, lo que supuso el punto de inflexión crucial de la miticultura gallega (Fernández 2005). Con el traslado de Manuel Sánchez a Santander, la gestión del parque experimental coruñés pasó a la Comandancia de Marina (H. Quiroga com. pers.).

El biólogo del IEO Fernando Lozano Cabo (1916-1980) realizó varios estudios acuícolas en la zona. En 1947 publicó *Descripción del Parque de Experiencias de la Ría del Burgo* (Pérez-Rubín 2010). Por otra parte, estudió las marismas del Baldaio, de las que redactó un proyecto para mejorar su riqueza marisquera (Lozano 1956).

El junio 1967 hubo una mortandad masiva de almejas y berberechos en la Ría de O Burgo, como consecuencia de los vertidos realizados por las fábricas de la zona. A raíz de ello, técnicos del Centro Oceanográfico de Vigo se encargan de recoger muestras que son analizadas por el recientemente creado equipo de contaminación marina (González-Garcés *et al.* 2011).

4.6. Aprovechamiento industrial de las algas

A partir de los años 30 funcionó en A Coruña una empresa llamada *Explotación de las Algas S.A. (EASA)* destinada a la fabricación de yodo y derivados a partir de algas procedentes de las arribazonas. A pesar de tener unos inicios complicados, esta compañía vivió sus mejores momentos a partir de 1938, cuando se prohibió la importación de yodo en España, lo que permitió a EASA tener el mercado nacional en exclusiva. Tras la Guerra Civil se volvió a autorizar la importación de yodo lo que obligó a diversificar las actividades empresariales mediante la producción de ácido algínico y agar (Dosil 2007).

4.7. Campañas oceanográficas en los años 40 y 50

La Guerra Civil supuso un estancamiento de las investigaciones en general, y de las campañas oceanográficas en particular. Durante la década de 1940 y 1950, Galicia fue visitada en diversas campañas de investigación realizadas por el barco de la Armada *Xauen* (Fig. 13), el cual fue asignado al IEO a mediados de los 40. En varias de estas ocasiones se trataban de amplias campañas de unos tres meses de duración entre Andalucía y el Cantábrico. De manera general, los trabajos realizados a bordo consistían en sondajes, medida de temperatura y salinidad, toma de muestras de agua para análisis de nutrientes y oxígeno, pescas de plancton y muestreos del sedimento (Pérez-Rubín 2008).

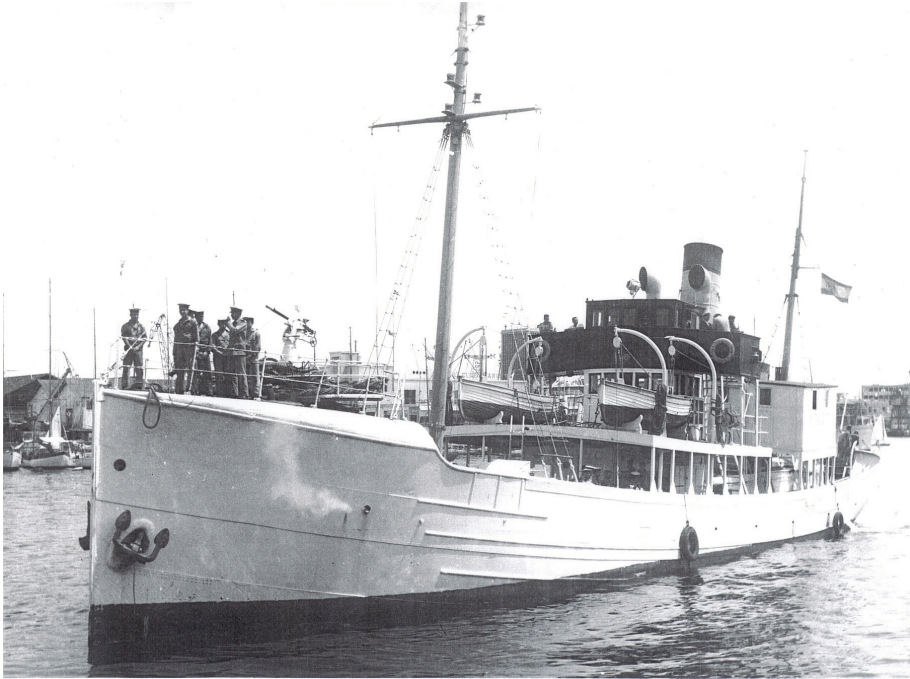


Figura 13: Buque *Xauen*, asignado al IEO a mediados de los años 40 para realizar sus campañas oceanográficas (Fuente: archivo IEO).

4.8. Ángeles Alvariño (1919-2005)

Nacida en Serantes (Ferrol), la oceanógrafa Ángeles Alvariño González fue una de las investigadoras marinas gallegas con mayor relevancia internacional (Fig. 14). Su vida científica empezó en el Instituto Español de Oceanografía, institución a la que estuvo ligada entre 1948 y 1957, principalmente en su centro costero de Vigo. En 1958 se traslada a Estados Unidos donde desarrolla el resto de su vida profesional (González-Garcés 2016).

Realizó sus investigaciones principalmente sobre el zooplancton, convirtiéndose en una especialista en el grupo de los quetognatos. Publicó más de cien trabajos científicos y describió 22 especies marinas nuevas, incluyendo quetognatos, sifonóforos y medusas. También consiguió demostrar cómo ciertas especies de zooplancton podían usarse como indicadores



Figura 14: Ángeles Alvariño (Fuente: Archivo Municipal de A Coruña).

de masas de agua. En su honor se nombraron varias especies marinas (el quetognato *Aidanosagitta alvarinoae* y la hydromedusa *Lizzia alvariñoae*). También a modo de homenaje, uno de los buques del IEO fue bautizado con el nombre de esta investigadora ferrolana (González-Garcés 2016).

5. Centro Oceanográfico de A Coruña

5.1. Creación del Centro Oceanográfico de A Coruña (C.O. Coruña)

Como hemos visto en apartados anteriores, existieron diferentes reivindicaciones para conseguir un laboratorio oceanográfico en las Rías Altas. Sin embargo, la primera infraestructura del IEO en la ciudad no se materializó hasta 1943 con la construcción de un mareógrafo. Este equipamiento formaba parte de un conjunto de mareógrafos que se instalaron por toda España en torno al citado año. El mareógrafo coruñés se instaló en una caseta en la dársena y sigue tomando datos hoy en día, lo que supone una valiosísima serie histórica de más de 75 años de datos sobre el nivel del mar (Parrilla 2014)

Fue finalmente durante la preparación del *II Plan de Desarrollo Económico y Social* cuando el IEO propuso la creación de un laboratorio oceanográfico en A Coruña. Como resultado, en abril de 1968 comenzaron las primeras actividades de lo que en principio se denominó *Laboratorio Costero del Noroeste*, el cual empezó a trabajar provisionalmente en unas dependencias pertenecientes al puerto coruñés, situadas en el Muelle de Linares Rivas (Fig. 15, Fernández 2014).



Figura 15: Edificio en el que se instaló provisionalmente el Laboratorio del Costero del Noroeste entre 1968 y 1974 (Fuente: Archivo do Reino de Galicia).

5.2. Primeros años

En los primeros años el Laboratorio del Noroeste contaba con pocos medios y escaso personal. Al principio se dedicó básicamente a estudios relacionados con la explotación marisquera, incluyendo la impartición de cursos de capataz mariscador y la puesta en marcha de parques de maricultura. Para realizar las prácticas de dicho curso el centro coruñés consiguió, durante unos años, la gestión del parque experimental de cultivos de la ría de O Burgo en el que había trabajado Manuel Sánchez (H. Quiroga com. pers.).

Estos trabajos, fueron ampliándose posteriormente a nuevas líneas de investigación tales como oceanografía química, plancton, pesquerías de grandes pelágicos y demersales. El centro colaboraba, además, en los Planes Marisquero y Pesquero de Galicia (Fernández 2014). Por otra parte, personal del IEO y otros trabajadores contratados por el Plan Marisquero realizaban experimentos de acuicultura en una depuradora privada de la ría de Arousa, consiguiendo cerrar el ciclo de la ostra (H. Quiroga com. pers.).

En 1970 tuvo lugar en las cercanías de Bastiagueiro el choque de los barcos *Erkowit* y *Dormunt*, el primero de ellos cargado del insecticida dieldrín y de productos de mercurio. El vertido producido por este accidente conllevó el traslado de todas las bateas de la ría de A Coruña. Entre el personal del centro de A Coruña y el de Vigo se hizo un seguimiento del impacto ambiental causado por esta catástrofe (González-Garcés *et al.* 2011).

En 1974 se produjo la puesta en funcionamiento del actual edificio que sirve actualmente de sede al C.O. Coruña (Fig. 16). Estas nuevas instalaciones ya contaban en su interior con una planta de cultivos, en la que se realizaban estudios sobre la acuicultura de moluscos.



Figura 16: Sede del Centro Oceanográfico de A Coruña desde 1974. A: exterior. B: interior (Fuente: Archivo C.O. Coruña).

5.3. Segunda mitad de los años 70 y década de los 80

Debido a los perjuicios causados por las proliferaciones de fitoplancton tóxico en Galicia, se creó en 1977 la *Red de alerta de mareas rojas*. La monitorización de este tipo de problemática sanitaria fue diseñada por el IEO, y se llevaba a cabo desde los centros oceanográficos de A Coruña y Vigo. En 1978 se amplió el seguimiento de las condiciones oceanográficas al resto del litoral español tanto en el Mediterráneo como en el Atlántico, instaurándose la denominada *Red de Observación del Medio Marino (ROMM)*, que tomaba datos físico-químicos y biológicos. Desde el centro coruñés se muestreaban las rías de Ares-Betanzos, Arousa y Muros. Este programa duró hasta principios de los años 90, cuando el seguimiento de las floraciones de fitoplancton tóxico y de la salubridad de los moluscos fue asumido progresivamente por la Xunta de Galicia (Fernández 2014).

Aparte del seguimiento de las proliferaciones nocivas, en esta época se iniciaron nuevas líneas de investigación como fueron el estudio de las poblaciones de pequeños peces pelágicos, del bentos y de la física oceanográfica.

Un hecho significativo de las décadas de los 70 y 80 fue la participación del C.O. Coruña en los convenios de colaboración entre E.E.U.U. y España. Dichos acuerdos se venían aplicando desde finales de los 60, pero ahora la colaboración en el ámbito científico cobró gran importancia. Gracias a ellos, el IEO consiguió la cesión de modernos equipos, así como estancias formativas de sus investigadores en Norteamérica, becas y, sobre todo, la realización de proyectos de investigación junto a científicos estadounidenses. El C.O. Coruña participó muy activamente en dos proyectos. El primero estuvo centrado en el estudio estacional de la oceanografía y los recursos vivos de la ría de Arousa. Posteriormente hubo otro proyecto cuyo objetivo era relacionar las condiciones oceanográficas de las aguas de la plataforma continental gallega con la dinámica de los recursos vivos. Ambos proyectos fueron muy fructíferos en publicaciones científicas (Fernández 2014).

En la década de los 80, se dotó al centro coruñés con dos importantes infraestructuras para realizar sus investigaciones. Por una parte se construyó el buque oceanográfico *Lura*, de 14 m de eslora (Fig. 17), y por otra se instaló una batea experimental para apoyar las investigaciones acuícolas.

En 1986 tuvo lugar la incorporación de España a la CEE. Esta institución europea contaba con el Comité Científico y Técnico de la Pesca (STCF) para asesorar científicamente a la Comisión con respecto a los asuntos pesqueros. El IEO asume la representación española en este comité, participando investigadores del centro coruñés en el mismo (Fernández 2014).

En los 80 comienzan los muestreos de las series históricas de datos oceanográficos que todavía siguen activas a día de hoy. En 1982 comenzó la serie de bentos infaunal que muestrea dos puntos de la ría de A Coruña. Más adelante, en 1988, comienza el estudio periódico del ecosistema pelágico a partir de medidas de variables físicas, químicas y biológicas, esta última centrada en el estudio del plancton.



Figura 17: Buque Oceanográfico Lura (Fuente: Archivo IEO).

5.4. Desde los años 90 a la actualidad

La década de 1990 supuso la modernización del laboratorio coruñés en cuanto a la implementación de los primeros sistemas informáticos en la investigación pesquera y oceanográfica. En esta época los investigadores del centro empezaron a participar, ya de manera habitual, en grandes proyectos de investigación, tanto nacionales como internacionales. En el ámbito internacional, destacan los trabajos realizados para el estudio de la biología de las especies comerciales, la evaluación de sus stocks o la gestión de datos pesqueros en el ámbito de grandes consorcios de investigación y asesoramiento como ICES o la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT). Dentro de los grandes estudios nacionales, personal del C.O. Coruña participó en las primeras campañas de investigación española en la Antártida y en la Expedición Malaspina 2010-2011. Esta última incluyó una circunnavegación a través de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico. El centro también se implicó en importantes proyectos de ámbito nacional, como el proyecto Indemares, cuyo objetivo era la caracterización y designación de áreas marinas protegidas en la Red Natura 2000 de España.

Además de los estudios antes mencionados, la historia marítima de Galicia en las últimas décadas vino marcada por dos catástrofes ambientales causadas por los accidentes del *Aegean Sea* en 1992 y el *Prestige* en 2002. Al igual que había hecho en el pasado, el C.O. Coruña participó de manera muy activa en el análisis de los efectos medioambientales provocados por estas mareas negras. Para estos estudios resultaron de especial utilidad la existencia de las series históricas de datos oceanográficos del centro herculino.

El declive económico mundial que empezó en 2008 afectó negativamente al sistema científico español. A esta complicada situación internacional se le unieron problemas económico-administra-

tivos internos que provocaron una gran crisis institucional del IEO que empezó en 2014, pero que se agravó especialmente en los últimos años, concretamente a partir del 2018. Sin profundizar en las causas, la principal consecuencia en el C.O. Coruña fue la falta de liquidez para hacer frente a los gastos, lo que provocó la paralización de algunos de los trabajos de laboratorio tales como el muestreo sistemático de la captura pesquera comercial, la interrupción de las series temporales de datos oceanográficos por la inactividad del buque oceanográfico *Lura* durante un año y medio, y el cese temporal de otros trabajos habituales del laboratorio. Como medida a esta crisis interna, el 31 de marzo de 2021 se publica un Real Decreto en el que el IEO queda integrado en la estructura del CSIC, cuya estructura burocrática es menos rígida. A la finalización de este libro (primavera de 2021) el mundo se encuentra envuelto en una nueva crisis debido a la pandemia del COVID-19, sin duda esto traerá, de nuevo, graves consecuencias a la ciencia española.

Para finalizar este apartado, a lo largo de las últimas décadas en el Centro Oceanográfico de A Coruña se crearon nuevos equipos de trabajo, mientras que otros desaparecieron o se integraron en otras líneas de estudio del IEO. De esta forma, actualmente en el centro coruñés trabajan los siguientes equipos de investigación que se agrupan en dos áreas (Fig. 18).

Área de Pesquerías:

- **Pesquería en área ICES:** se centra en la evaluación de las poblaciones explotadas en el Atlántico Nordeste (Zona ICES).
- **Túnicos y afines:** desarrolla investigaciones biológico-pesqueras sobre especies oceánicas como el pez espada, los tiburones pelágicos y otras especies.



Figura 18: Trabajos habituales en el Centro Oceanográfico de A Coruña (Fuente: Archivo C.O. Coruña).

- **Coordinación Transversal de Datos Pesqueros:** su principal función es dar respuesta a los requerimientos de la Comisión Europea y otras organizaciones internacionales en cuanto a datos pesqueros.
- **Potencial reproductivo de peces:** cuyo objetivo es el estudio continuado del potencial reproductivo de las especies de interés, información básica para la evaluación de los stocks pesqueros.

Área de Medio Marino y Protección Ambiental:

- **Bentos:** trabaja con la fauna de los fondos marinos de sustrato blando. Centrado en estudios espaciales y temporales de las comunidades infaunales.
- **Ecología planctónica y biogeoquímica:** lleva a cabo una investigación multidisciplinar sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos, especialmente en el medio pelágico, utilizando desde series temporales de observaciones a la experimentación de laboratorio y modelos numéricos. Sus líneas de trabajo incluyen el análisis de series de observaciones de variables físicas, biogeoquímicas y biológicas, estudios sobre la dinámica de nutrientes y gases (incluyendo el CO₂ y otros gases de efecto invernadero), estudios sobre la diversidad y producción de bacterias, fito- y zooplancton, análisis de redes tróficas, y modelos hidrográficos y ecológicos.

6. Otras instituciones

Terminamos este capítulo con una breve visión de otras instituciones que desarrollan, en mayor o menor medida, trabajos dentro del ámbito de la oceanografía.

6.1. Universidade da Coruña

Los estudios universitarios en ciencias comenzaron en A Coruña en 1972, con la creación del Colegio Universitario, dependiente de la Universidade de Santiago de Compostela. En él se impartía el primer ciclo de Biología y Químicas, y fue el germen de la Facultade de Ciencias, creada tras la fundación de la Universidade da Coruña en 1989.

Entre las líneas de investigación marina que tradicionalmente han sido desarrolladas por la universidad coruñesa a través de su Facultade de Ciencias destacan las siguientes:

- Caracterización genética de las especies marinas de interés comercial.
- Aplicaciones de las microalgas en la acuicultura.
- Contaminación del medio marino.
- Ecología, taxonomía y cultivo de macroalgas marinas.
- Sostenibilidad de las pesquerías artesanales.
- Taxonomía de poliquetos.
- Geomorfología litoral.

Además, a lo largo de la historia de esta universidad se han ido creando distintos institutos universitarios, algunos de los cuales están en mayor o menor medida relacionados a la investigación marina como pueden ser el Instituto Universitario de Estudio Marítimos, el Instituto Universitario de Xeoloxía Isidro Parga Pondal o el Instituto Universitario de Medio Ambiente (Universidade da Coruña 2018).

6.2. Estación de Biología Mariña da Graña

La Estación Biolóxica da Graña se creó en 2001 en la ría de Ferrol. Pertenece a la Universidade de Santiago de Compostela y sus funciones son fomentar y facilitar la investigación y la docencia en biología marina, así como el asesoramiento y difusión en los temas relacionados con la fauna y la flora marina de Galicia.

Científicamente destacan sus estudios de la fauna abisal, la descripción de nuevas especies y la evaluación de las consecuencias del vertido del *Prestige*. Asimismo, en sus instalaciones tienen lugar estancias de investigadores extranjeros y se cursa en la actualidad una materia del Máster Interuniversitario en Biología Marina (Universidade de Santiago de Compostela 2018).

6.3. Aquarium Finisterrae

Existieron varios proyectos para instalar un acuario en la ciudad de A Coruña. Uno de los más firmes tuvo lugar en 1950, cuando el Ayuntamiento encarga un proyecto a Jose María Navaz, aunque nunca llegó a materializarse (Pérez-Rubín 2008).

Finalmente en 1999 se inauguró el *Aquarium Finisterrae*, que forma parte de la red de Museos Científicos Coruñeses del Ayuntamiento de A Coruña (Concello da Coruña 2018). Aunque las principales funciones del acuario son la divulgación científica y la concienciación medioambiental, realiza también labores de investigación, estudiando la reproducción de especies en cautividad como paso previo a su cultivo, tales como la cherna, el pez de San Pedro o los santiaguinos (Franco *et al.* 2012).

6.4. Asociaciones naturalistas

En el entorno de las Rías Altas trabajan una serie de asociaciones naturalistas que aportan datos de gran interés para el seguimiento de distintos grupos faunísticos. Dentro del ámbito de los mamíferos y tortugas marinas destacan la *Sociedade Galega de Historia Natural* (SGHN) y la *Coordinadora para o Estudo dos Mamíferos Mariños* (CEMMA). Esta última se encarga de organizar la Red Costera de Avistamientos, así como la Red de Asistencia a Varamientos.

Por otro lado, respecto al estudio de las aves marinas cabe resaltar a grupos como *Hábitat*, la *Sociedade Galega de Ornitología* o, de nuevo, la *Sociedade Galega de Historia Natural*. Destacan sus censos de aves acuáticas/marinas invernantes, así como los estudios de anillamientos, que llevan a cabo grupos especializados asociados a estas organizaciones.

7. Agradecimientos

Quisiera agradecer a las siguientes personas por su aportación de información o datos que me ayudaron para la elaboración de este capítulo: Alberto González-Garcés, Hector Quiroga, Juan Pérez-Rubín, Elena Tel, Joaquín Molinero, Roberto Morlán, Jorge Lorenzo, José Naya, Jaime Mejuto, David Marcote, Blanca García, Isabel González Herráiz, Guillermo Román, Ángeles Louro, M^a Carmen Vázquez, Marina Albentosa, Celso Fariña, M^a Jesús Campos, Manuel Varela, Jose Manuel Cabanas, Rosa Cal Rodríguez, Sergio París (Sociedade Galega de Ornitología) y Francisco Javier Dosil. Por otra parte, quiero darle también las gracias a Antonio Bode y

Viviana Peña por sus comentarios al texto. Además, parte de las figuras han sido reproducidas gracias a la colaboración de Musée Océanographique de Mónaco, FECYT y MUNCYT, Ediciones Paraninfo, Juan Carlos Árbex, Archivo Municipal de A Coruña y Archivo del Reino de Galicia,

8. Bibliografía

Alvariño A. (2002). *España y la primera expedición científica oceánica, 1789-1794. Malaspina y Bustamante con las corbetas Descubierta y Atrevida*. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela, 258 pp.

Árbex J.C. (2005). A embarcación. En: López J. y Árbex J.C. (Eds.) *Instrucción sucinta provisional, que deberán observar las embarcaciones destinadas al descubrimiento de nuevos comederos, placeres, ó bancos de pesca de altura en los mares de los dominios del Rey / Edición comentada de Javier López Linage y Juan Carlos Árbex*. Ed. Fács. Fundación Museo do Mar de Galicia. Consello da Cultura Galega. Vigo, Santiago de Compostela, pp: 45-50.

Boldo B. (1797). *La producción marítima particular observada en La Coruña*. Santiago de Compostela. Ignacio Aguayo.

Bolívar I. (1907) Indicación de algunos peces notables de La Coruña. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 7, 206-209.

Brezmes C. (2017). *Ferrol y la biología marina*. Edicións Embora. Biblioteca Ferrolterra. Ferrol, 199 pp.

Cervantes E. (2009). El último naturalista. En: Cervantes E. (Ed.) *El naturalista en su siglo: homenaje a Mariano de la Paz Graells en el CC aniversario de su nacimiento*. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño. pp 93-112.

Concello da Coruña (2018) <https://www.coruna.gal/mc2/es/aquarium-finisterrae>. Consultado el 4 de Mayo de 2018.

Cornide J. (1788-1º Ed., 1983). *Ensayo de una historia de los peces y otras producciones marinas de la costa de Galicia*. Edición facsímile, estudio preliminar por V. Paz-Andrade. Publicacións da Área de Ciencias Mariñas do Seminario de Estudos Galegos. Edicións do Castro. Sada, 263 pp.

Cremades J. y Fraga X.A. (2014) Camille François Sauvageau. Consello da Cultura Galega. Álbum da Ciencia. [http://www.culturagalega.org/albumdaciencia/detalle .php?id=998](http://www.culturagalega.org/albumdaciencia/detalle.php?id=998). Consultado el 30 de abril de 2017.

Dosil F.C. (2002). Un texto desconocido del botánico Baltasar Boldo. *Asclepio* 54 (2), 289-293.

Dosil F.C. (2007). *Los albores de la botánica marina (1814-1939)*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 395 pp.

Fernández A. (2005). *De la roca a la cuerda. Orígenes y desarrollo de la industria mejillonera en Galicia (1946-2005)*. VIII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica, Santiago

de Compostela. http://www.aehe.es/wp-content/uploads/2005/10/b6_fernandez.pdf. Consultado el 4 de abril de 2018.

Fernández A. (2014). Orígenes y primeras décadas. En: Pérez-Rubín J. (Ed.) *100 años investigando el mar. El Instituto Español de Oceanografía en su centenario (1914-2014)*. Instituto Español de Oceanografía. Madrid, pp: 455-465.

Fraga X.A. (2005). La recepción de la obra científica de Humboldt en la España del siglo XIX. En: Cremades J.; Dosil F.J. y Fraga X.A. (Eds.) *Humboldt y la ciencia española*. Edición do Castro. Sada, pp. 195-214.

Fraga X.A. (2014a). "En donde jamás se tendió la red ni se caló anzuelo". *La Opinión*. 11/05/2014.

Fraga X.A. (2014b). O príncipe e a condesa. *La Opinión*. 15/06/2014.

Fraga X.A. (2014c). A visita do "cabaleiro do Polo" á Coruña. *La Opinión*. 15/06/2014.

Fraga X.A. (2017a). Parte visible e cara oculta da marcha de Ramón de la Sagra para Cuba en 1823. *La Opinión*. 20/01/2017.

Fraga X.A. (2017b). Na Coruña botou a andar a primeira institución creada en Galicia para o estudo dos océanos. *La Opinión*. 17/09/2017.

Fraga X.A. y Díaz-Fierros F. (2002). Historia de las ciencias naturales en Galicia. En: Rodríguez F. (Ed.). *Galicia. Naturaleza. Historia Natural. Geología*. XXXVI. Hércules de Ediciones. A Coruña, pp. 22-69.

Franco F, Armesto F, Pérez S. y Fraga X.A. (2009). *Historia do príncipe e a sardiña. A expedición científica de Alberte I de Mónaco polas costas de Galicia e Portugal*. Concello da Coruña. A Coruña, 63 pp.

Franco F, Armesto F, Pérez S., Prunell A. y Veiga A. (2012). *Guía de la mar salada*. Excmo. Ayuntamiento de La Coruña. A Coruña. 146 pp.

González M. (1992). *La ilustración y el hombre americano*. Biblioteca de Historia de América. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 192 pp.

González-Garcés A. (2016). Ángeles Alvariño, investigadora marina de relevancia mundial. Temas de Oceanografía 8. Instituto Español de Oceanografía. Madrid. 118 pp.

González-Garcés A., Lens S. y Tenreiro U. (2011). Historia del Centro Oceanográfico de Vigo. Los primeros años: 1917-1974. *Boletín del Instituto de Estudios Vigueses*. 16/11, 143-206.

González-Hidalgo J. (1870). *Moluscos Marinos de España y Portugal*. Imprenta de Miguel Ginesta. Madrid, 590 pp.

Graells M.P. (1870). *La exploración científica del Departamento de Ferrol*. Tipografía de T. Fortanet. Madrid, 540 pp.

Guerra A. y Prego R. (2003). El Instituto de Investigaciones Pesqueras. Tres décadas de la investigación marina española. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 344 pp.

López J.A. (1820) *Consideraciones generales a favor de la libertad de los pueblos particulares relativas a El Ferrol y su comarca II*. Imprenta de M. Ripullés. Madrid, 336 pp.

López J. (2005). Sobre o fomento ilustrado das pesqueiras setentrionais: o primeiro barco español de investigación pesqueira (1788). En: López J. y Árbex J.C. (Eds.) *Instrucción sucinta provisional, que deberán observar las embarcaciones destinadas al descubrimiento de nuevos comederos, placeres, ò bancos de pesca de altura en los mares de los dominios del Rey / Edición comentada de Javier López Linage y Juan Carlos Árbex*. Ed. Fâcs. Fundación Museo do Mar de Galicia. Consello da Cultura Galega. Vigo, Santiago de Compostela, pp: 15-34.

López-Seoane V. (1866). *Reseña de la Historia Natural de Galicia*. Imprenta de Soto Freire. Lugo, 66 pp.

Lozano Cabo F. (1970). *Oceanografía, biología marina y pesca. Tomo II. Cuarta parte: La flora y la fauna marina*. Ediciones Paraninfo. Madrid, 276 pp.

Lozano L. (1956). Sobre el fomento de la producción pesquera de las aguas marinas y salobres confinadas; en el litoral de España y en el de sus Territorios de Soberanía y Protectorado. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. 74, 387-464.

Madariaga B. 2004. *Augusto González de Linares. Vida y Obra de un naturalista*. Instituto Español de Oceanografía. Madrid, 233 pp.

Martínez-Barbeito C. (1996). Cornide y el mar. *Boletín del Instituto de Estudios Vigueses*. 2, 41-56.

Mavraki D., Fanini L., Tsompanou M., Gerovasileiou V., Nikolopoulou S., Chatzinikolaou E., Plaitis W. y Faulwetter S. (2016) Rescuing biogeographic legacy data: The “Thor” Expedition, a historical oceanographic expedition to the Mediterranean Sea. *Biodiversity Data Journal*. 4: e11054. <https://doi.org/10.3897/BDJ.4.e11054>

Parrilla G. (2014). La oceanografía física. En: Pérez-Rubín J. (Ed.) *100 años investigando el mar. El Instituto Español de Oceanografía en su centenario (1914-2014)*. Instituto Español de Oceanografía. Madrid, pp: 158-172.

Parga-Pondal I. (1927): *El contenido en yodo de las principales algas marinas de Galicia*. Tip. El Eco Franciscano. Santiago de Compostela.

Paz-Andrade V. (1983). Estudio Preliminar. En: Cornide J. *Ensayo de una historia de los peces y otras producciones marinas de la costa de Galicia*. Publicacións da Área de Ciencias Mariñas do Seminario de Estudos Galegos. Edición do Castro. Sada, pp. 5-59.

Pérez-Rubín J. (2005). Pioneras de la investigación oceanográfica y pesquera. *IEO*. 1, 14-16.

Pérez-Rubín J. (2008). *Un siglo de historia oceanográfica del golfo de Vizcaya (1850-1950)*. Ciencia, técnica y vida en sus aguas y costas. Aquarium Donostia. San Sebastián, 366 pp.

Pérez-Rubín J. (2010). Los primeros 100 años de acuicultura española (1855-1955). *IEO*. 15, 34-53.

Polanco E. y Corral M.L. (2002). La ostricultura en el mundo. En: Polanco E. (Ed.) *Impulso, desarrollo y potenciación de la ostricultura en España*. Fundación Martín Escudero. Madrid, 350 pp.

Puig-Samper M.A. (2011). Las expediciones científicas españolas en el siglo XVIII. *Canelobre, Revista del Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert*. 57, 20-41.

Puig-Samper M.A. (2016). *Alejandro Malaspina. Estudio Crítico*. Fundación Ignacio Larramendi. Madrid, 68 pp.

Sánchez M. (1949). El cultivo del mejillón. *Industrias Pesqueras*. 523.

Sánchez R., Gómez P. y Orro M. (2014). *Centenario del Observatorio de A Coruña. Un siglo de registros climáticos*. Agencia Estatal de Meteorología. Madrid, 229 pp.

Universidade da Coruña (2018) <https://www.udc.es>. Consultado el 4 de Mayo de 2018.

Universidade de Santiago de Compostela (2018) <https://www.usc.es>. Consultado el 4 de Mayo de 2018.

Yebrá P. (1999). Humboldt e a cultura universal. En: Díaz-Fierros F. y Rozados D. (Coord.) *Un novo mundo para un home universal: partida de Humboldt desde A Coruña cara a súa viaxe americana*. Consello da Cultura Galega. Ponencia de Patrimonio Natural. Santiago de Compostela, 146 pp.

Capítulo 2. Golfo Ártabro: marco físico

Joaquín Valencia-Vila

Centro Oceanográfico de A Coruña. Instituto Español de Oceanografía. Paseo Marítimo Alc. Fco. Vázquez, 10. 15001. A Coruña.

1. Introducción

El golfo Ártabro es un anfiteatro geográfico situado en el norte de Galicia. Fue bautizado con ese nombre por Otero Pedrayo (1926) en honor a la denominación de *Portus Magnus Artabrorum* que utilizaban geógrafos clásicos como Estrabón, Plinio o Pomponio Mela.

Está situado al noroeste de la península ibérica, en la provincia de A Coruña, concretamente en la conocida como comarca de As Mariñas (Fig. 1). Aunque su delimitación varía según las fuentes consultadas, en el ámbito de este capítulo se considerará básicamente al golfo situado entre el puerto exterior de A Coruña y el cabo Prioriño.

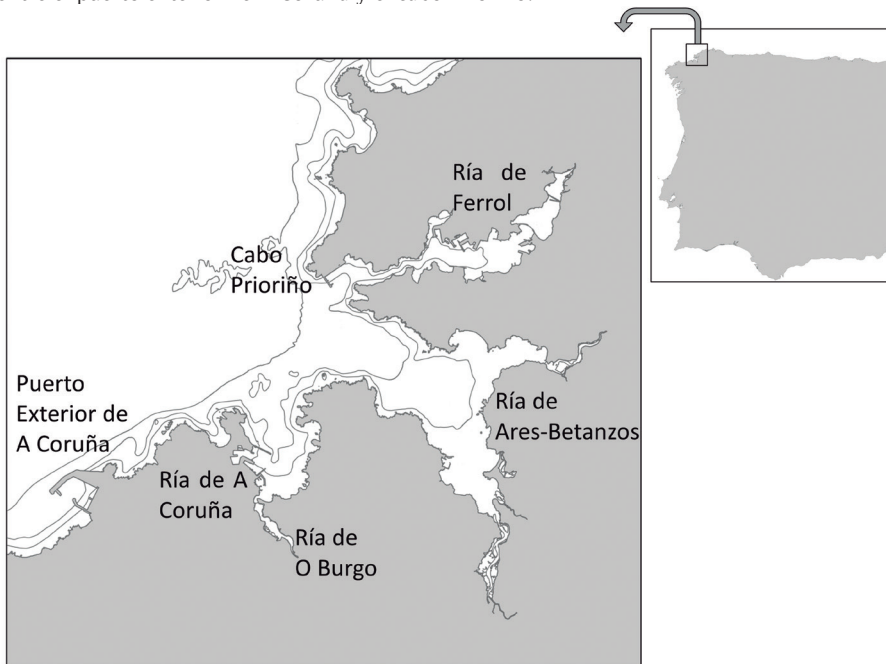


Figura 1: Geografía y situación del golfo Ártabro (Cartografía cedida por © Instituto de Estudos do Territorio. Xunta de Galicia).

2. Descripción geográfica

El arco ártabro está topográficamente caracterizado por la presencia de las rías de A Coruña, Ares-Betanzos y Ferrol, que se encuentran dispuestas en forma de abanico. Estas rías desembocan en un golfo orientado al noroeste. Las tierras costeras de esta comarca se caracterizan por formas suaves y macizas, con cumbres aplanadas, que suelen estar por debajo de los 200 m (Rodríguez 1996).

La ría de A Coruña está situada entre los paralelos 43° 20' y 43° 23' de latitud norte y los meridianos 8° 19' y 8° 23' de longitud oeste. Tiene una orientación norte-sur y está limitada al norte por punta Herminia en la orilla occidental y la punta Seixo Branco en el margen oriental.

Tiene en su boca una anchura de casi 4 km y una longitud entre extremos de 5 km. La superficie aproximada es 16 km² y su perímetro es 48,3 km. La profundidad en la entrada de la ría es de más de 30 m. Tiene una superficie de 15.7 km² y contiene un volumen de unos 251 Hm³ (Cosme de Avilés y Prego 1995). La parte externa de la ría está caracterizada por presentar una costa abrupta y batida, sobre todo en el margen oriental, donde predomina el acantilado alto. En la parte más interna de la ría se alternan zonas rocosas más o menos abruptas con ensenadas y playas arenosas. El principal aporte fluvial lo presenta el río Mero, el cual desemboca en la playa de Santa Cristina, que separa a la ría do Burgo hacia el interior, del resto de la ría coruñesa.

Las rías de Ares y Betanzos comparten una zona común por lo que normalmente se considerarán en conjunto en este capítulo bajo la denominación ría Ares-Betanzos. Está situada entre los paralelos 43° 22' y 43° 27' de latitud norte y los meridianos 8° 12' y 8° 21' de longitud oeste, ocupando una extensión de unos 72 km². El ramal de Betanzos tiene una orientación noroeste-sureste, mientras que el de Ares sigue un eje oeste-este. La ría Ares-Betanzos está delimitada externamente por la Punta del Seixo Branco al sur y por la Punta Coitelada al norte. La anchura de la boca de la ría es de aproximadamente 6 km y su longitud desde la entrada hasta la desembocadura de los ríos Eume y Mandeo es de 13 y 14 km respectivamente. La profundidad en la boca de la ría es de más de 30 m. Esta parte externa, está caracterizada por presentar una costa rocosa bastante abrupta, que está formada principalmente por acantilado medio y bajo. Hacia el interior, predomina el acantilado bajo que se alterna con importantes arenales como los de las playas de Miño, Sada o Cabanas. Los principales ríos que aportan sus aguas a esta ría están localizados en la parte interna de la misma y son los ríos Eume y Mandeo. Otros ríos de menor caudal son el Lambre y Baxoi. Hacia el interior de la desembocadura de los citados ríos hay importantes extensiones de marismas.

La ría de Ferrol está situada entre los paralelos 43° 27' y 43° 30' de latitud norte y los meridianos 8° 09' y 8° 21' de longitud oeste. Está dispuesta según el eje oeste suroeste-estenordeste, estando limitada en su boca por los cabos Prioriño Chico al norte y la punta Coitelada al sur. Tiene en su boca una anchura de casi 2,4 km y una longitud aproximada desde la boca hasta la desembocadura del río Grande de Xubia de 17 km. Posee una superficie aproximada de 21 km² y un volumen de unos 249 hm³ (Arévalo 2006). La profundidad en la entrada de la ría es superior a 20 m. La parte más externa está caracterizada por presentar una costa poco recortada, constituida por intermareales rocosos, en ocasiones con acumulaciones de arena que forman pequeñas playas. Una de las características más singulares de esta ría con respecto a otras rías gallegas es la presencia de un estrechamiento en la boca de la ría de unos 500 m de ancho con fuertes pendientes en sus orillas. Hacia el interior de este canal la ría vuelve a ensancharse. La región interna presenta zonas de pendiente más suave con grandes ensenadas como A Malata, A Barca y A Gándara. El río principal que vierte su caudal en esta ría es el Grande de Xubia. Existen otros ríos de menor importancia como el Aceñas y el Belelle, que desembocan en las orillas norte y al sur respectivamente.

La plataforma continental frente a estas rías tiene unas dimensiones reducidas en cuanto a su amplitud, como es habitual en toda la plataforma de Galicia y del Cantábrico (Rodríguez 1996). En el golfo Ártabro el trazado de la plataforma sigue una dirección suroeste-nordeste y posee una anchura aproximada de 52 km. La pendiente es suave hasta los 200 m, desde donde se hace más pronunciada hasta precipitarse rápidamente hasta los 2500 m, dando origen al cañón de A Coruña (Parra 2007).

3. Geología

3.1. Consideraciones generales

De forma general, la plataforma continental del norte ibérico se caracteriza por ser estrecha y cortada por cañones submarinos, y posee una reducida cobertura sedimentaria. El talud continental es muy abrupto y el ascenso continental está relacionado con un sistema de fallas escalonadas (Rey y Medialdea 1989).

Según Vidal-Romaní (2002) una de las unidades destacadas del borde costero y de la plataforma continental de Galicia es el zócalo hercínico, que forma un cinturón de afloramientos rocosos casi continuo, situado entre los 60-100 m de profundidad, y posee una anchura media de 6 km. Por debajo de 100 m este sustrato rocoso desaparece bajo los sedimentos terciarios. Otra unidad importante según este autor es la serie cretácica, que buza suavemente hacia el oeste y es discordante con el zócalo. Los materiales terciarios, subhorizontales, se apoyan de forma discordante sobre la serie cretácica y el zócalo hercínico. La serie terciaria tiene un espesor de 500 m a la altura de la costa coruñesa. Estos materiales nunca alcanzan las rías y están limitados a techo por discordancia erosiva (Vidal-Romaní 2002).

El recubrimiento cuaternario es casi continuo en la plataforma continental y alcanza también a las rías, indicando que el mar entra en estas áreas en esta época (Vidal-Romaní 2002). Los materiales cuaternarios están formados por arenas y fangos, y tienen poco espesor (Rey 1990). En ellos se distinguen dos tipos de depósitos: pleistocenos y holocenos. Los primeros son dispersos y de escasa entidad. Sin embargo, los depósitos holocenos son más continuos, predominando en las partes interna y media de la plataforma, y disminuyendo en su zona más distal. El espesor de la subunidad holocena no suele sobrepasar los 10 m en la plataforma continental gallega (Vidal-Romaní 2002).

3.2. Litología

El sustrato rocoso está químicamente dentro de las denominadas rocas ácidas, lo que significa que la sílice se encuentra en porcentajes altos (Rodríguez 1996). En la zona a la que nos referimos encontramos dos familias de rocas (Fig. 2), por un lado tenemos granitos sincinemáticos resistentes, que cierran el golfo Ártabro ocupando la península coruñesa y ambas orillas de la desembocadura de la ría de Ferrol (Pagés 2000). Y por otro lado, tenemos una serie sedimentaria metamorfizada que ocupa el resto del golfo (Rodríguez 1996).

La orilla oeste de la ría coruñesa está formada por granodioritas precoces. Estas son rocas de textura porfiroide, con tamaño de grano medio o grueso. Contiene megacristales de feldespato potásico, y sus componentes principales son cuarzo, plagioclasa tipo oligoclasa, andesina, feldespato potásico, biotita y moscovita (Rodríguez 1996).

La entrada a la ría de Ferrol está formada por granodioritas biotíticas serodias, cuyo afloramiento se extiende hacia el norte desde la punta Segaña hasta la playa de Meirás. Sus componentes principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita (Rodríguez 1996).

La serie sedimentaria metamórfica ocupa la mayor parte de la zona de estudio, desde la orilla oriental de la ría de A Coruña hasta el interior de la ría de Ferrol, llegando por el norte hasta Val-

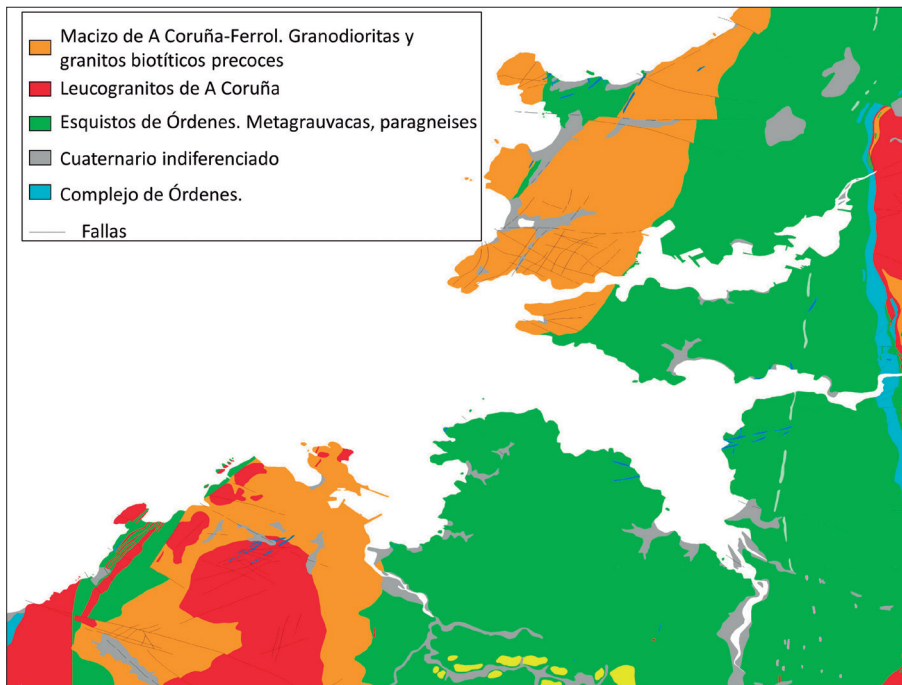


Figura 2: Litología del golfo Ártabro (Cartografía cedida por © Instituto de Estudos do Territorio. Xunta de Galicia).

doviño. Está formada por esquistos micáceos y losas sericíticas, pertenecientes a la Serie Ordes. Se trata de metasedimentos bastante monótonos que proceden de rocas de naturaleza pelítica y grauváquica (Rodríguez 1996). Son materiales fácilmente meteorizables, lo que favorece la aparición de zonas de ensanchamiento al conjugarse con distintos sistemas de fractura (Pagés 2000).

3.3. Geomorfología

El macizo gallego es muy antiguo, por lo tanto lleva muchos millones de años emergido y ha sufrido numerosos cambios (Rodríguez 1996). La principal etapa de formación de las rocas de Galicia termina con el Paleozoico, siendo los granitos los últimos en incorporarse a la litosfera terrestre gallega durante la formación de Pangea hace unos 305 millones de años (Gutiérrez-Alonso *et al.* 2011). Precisamente con la fragmentación del macrocontinente Pangea, hace 200 millones de años, empieza la separación de las placas Ibérica y Norteamericana (Vidal-Romaní 2002). La unión de tres dorsales mediooceánicas dio lugar a la formación de un *punto triple*, responsable del característico ángulo recto que forma la costa atlántica respecto a la cantábrica. La separación de Iberia se produciría por la apertura de dos valles de rift, que definirían la línea litoral gallega. La costa gallega atlántica fue modificada principalmente por la erosión de los ríos en su camino hacia al mar, así como por procesos diastróficos, tales como grandes fallas y deslizamientos (Vidal-Romaní 2015).

El margen atlántico de Galicia durante el Mesozoico era de tipo pasivo, y estaba sometido a un régimen distensivo cuando los continentes se separaban. En el Terciario Inferior (hace 65-35 millo-

nes de años) convergen la placa Euroasiática y la placa Ibérica, convirtiendo la costa gallega en un borde compresivo. Esta colisión dará lugar a la cordillera Cantábrica y a una serie de depresiones que, una vez rellenadas, dieron lugar al río Miño. El mayor río de Galicia es más joven que la mayoría de los cauces gallegos, y su formación trajo como consecuencia el acortamiento de ríos preexistentes que drenaban al mar, al captar el Miño agua de sus tramos altos. Esto limitó el potencial erosivo de los ríos preexistentes, y es por ello que las principales rías gallegas corresponden a antiguos valles fluviales de unos ríos más caudalosos que los actuales (Vidal-Romaní 2002; 2015).

La tectónica del Cenozoico fue el principal agente formador del relieve de la zona, dando lugar, por ejemplo, a los montes de Xalo y A Coruña. En el Neógeno (Cenozoico tardío) fue cuando se formaron las rías ártabras por incisión fluvial (Vidal-Romaní 2018). De ellas, la ría de A Coruña es la más moderna, empezando a desarrollarse en el Cuaternario Superior (Arce 2017). De hecho, el río Mero desembocaba antiguamente en la ría de Betanzos, pero la tectónica del Neógeno produjo un cambio en el trazado del tramo final de este río variando de dirección Sur-Norte a Este-Oeste, pasando a verter de esta forma en la ría de A Coruña (Vidal-Romaní 2018).

Debido a las fluctuaciones del nivel del mar, el agua ha inundado hasta en 40 ocasiones del golfo Ártabro desde el Cuaternario. La línea de costa actual es el resultado de la inundación por parte del mar de los tramos finales de los ríos Mero, Mandeo-Mendo, Eume y Grande de Xubia, como consecuencia de la fusión parcial de los hielos tras la última fase glacial, la cual finalizó hace 11.700 años (Vidal-Romaní 2018).

3.4. Características geológicas las rías ártabras

La ría de A Coruña tiene una forma ovalada. Existe en esta ría una clara disimetría en su contorno, debido a las diferencias litológicas ya comentadas. La orilla oriental, que se encuentra sobre esquistos de Bergondo, posee unos contornos menos irregulares, unas pendientes más suaves y una topografía más madura que permite la apertura de bahías más amplias y el abastecimiento de arena fina a sus playas (Rodríguez 1996).

El ramal de Betanzos es litológicamente más uniforme, lo que hace que sus orillas sean más parecidas, ya que la regularización de las mismas está más avanzada (Rodríguez 1996). Según Grajal (1990) un carácter general de esta ría es la ausencia de una fuerte actividad de la dinámica marina, lo que conlleva una abrasión mecánica poco acentuada. Por ello, en la morfología y modelado costero se observa un retoque mínimo de la acción marina, destacando la influencia climática y topográfica.

Las orillas del ramal de Ares son morfológicamente asimétricas, la costa norte posee una marcada sinuosidad como muestran la presencia de las ensenadas de Ares y Redes. La costa sur, sin embargo, es sensiblemente convexa, poco recortada y con un frente de acantilado discontinuo y apenas articulado (Sánchez-Mata 1996).

La disposición general de la ría de Ferrol es transversal a los afloramientos rocosos. Según Rodríguez (1996) probablemente esto se deba al encajamiento epigénico del río Grande de Xubia tanto en su desembocadura (Xubia), como en la boca de la de la ría. La ría de Ferrol tiene una forma de botella. El estrechamiento de su desembocadura corresponde a la zona de granitos intrusivos, que crean vertientes convexas que caen directamente al mar. La parte más ancha, que corresponde con el interior de la ría, se asienta sobre esquistos (Rodríguez 1996).

3.5. Fondo marino

La oscilación máxima de la marea en la zona es de aproximadamente 4,40 m. Esto genera un espacio intermareal de casi 23 km² en el golfo Ártabro (Seoane 2013), destacando la importante extensión de las llanuras intermareales en las zonas más internas de las rías

Como ya se ha indicado, las mayores profundidades se dan a la entrada de las rías de A Coruña y Ares-Betanzos (> 30 m). Por el contrario, los fondos de las rías son poco profundos y muy horizontales.

Los sustratos rocosos están generalmente a continuación de las costas de acantilado (Fig. 3). Se encuentran especialmente desarrollados en la costa de Dexo. También hay fondos duros alrededor de la península coruñesa, sobre todo en los alrededores de la Torre de Hércules y O Portiño. Otras zonas rocosas importantes son los fondos de la costa del tramo Bastiagueiro-Mera y una franja paralela a la costa de Ares, entre punta Coitelada y la isla de Miranda. Más o menos aislados de las costas acantiladas se encuentran también importantes afloramientos rocosos en el seno ártabro. Ejemplos de esto son el banco de las Yacentes a la salida de la ría de A Coruña o los bajos de As Laixiñas, frente al cabo Prioriño.

En cuanto a los fondos blandos, en la ría de A Coruña predominan los sedimentos de arena muy fina y, en menor medida, arena fina (Fig. 3). La selección, parámetro que mide la homogeneidad del tamaño de grano, es moderada o moderadamente buena. El contenido orgánico en estos fondos arenosos es bajo (Fig. 4). En la parte oriental de la ría, en las cercanías del bajo de la Guisanda, encontramos zonas de arenas gruesas con selección moderada. Finalmente en

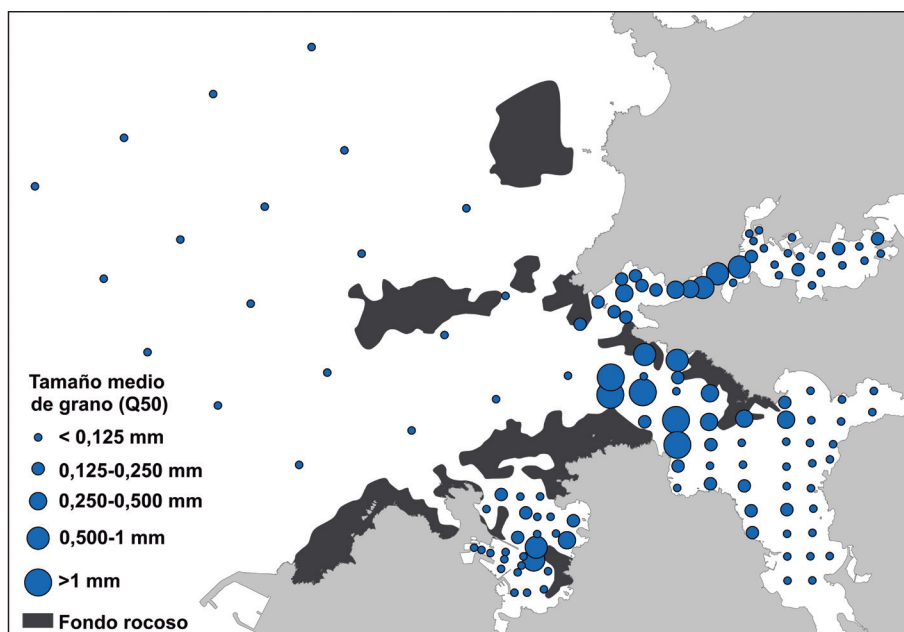


Figura 3: Tamaño medio de grano (Q50, mm) y localización de los fondos de roca. Datos tomados de Frutos (2006); Sánchez-Mata *et al.* (1999); Parra *et al.* (2002); López-Jamar y González (1987).

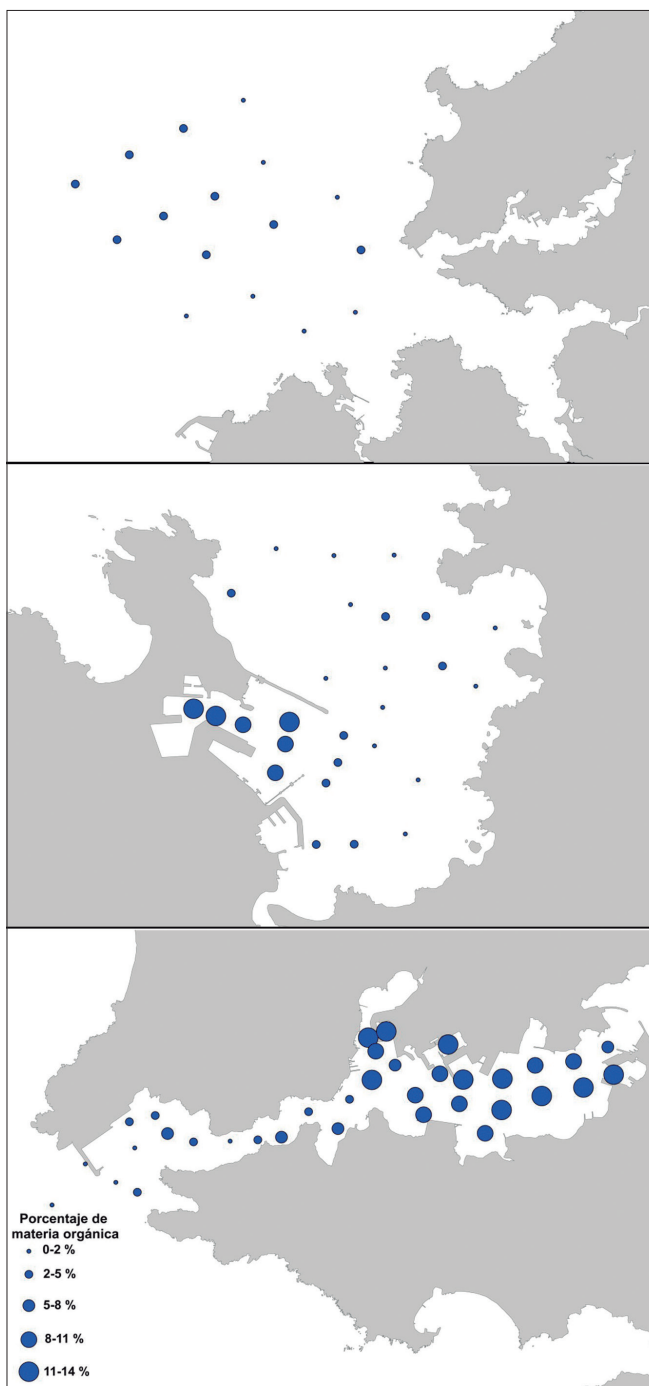


Figura 4: Contenido de materia orgánica en los sedimentos (%). Datos tomados de Frutos (2006); Parra *et al.* (2002); López-Jamar y González (1987).

la ría coruñesa existe una amplia zona fangosa situada entre el dique de abrigo y el muelle de petroleros, y que corresponde al puerto interior. En esta área portuaria los sedimentos tienen una selección entre pobre y moderada, y su contenido en materia orgánica es alto (Frutos 2006). Desde el puente de Pasaxe hacia el interior (ría do Burgo) se observan fondos de limo en la orilla occidental, mientras que la orilla oriental está formada por una arena ligera que procede de la playa de Santa Cristina (Rodríguez 1996).

Los sedimentos de la ría de Ares-Betanzos siguen un gradiente desde su parte externa hacia las zonas interiores (Fig. 3). La boca de la ría, donde la hidrodinámica es más energética, se encuentra dominada por arenas gruesas y cascajo, con un contenido de arcillas y limos inferior al 5%. La selección en la desembocadura de la ría es de moderada a mala, y la proporción de materia orgánica es baja. En la parte central predominan arenas medias y finas, variando la selección entre pobre y moderada, mientras que el contenido orgánico es medio. La proporción de limos y arcillas es significativa en la mayor parte de la ría, aumentando hacia las zonas más internas y someras de la misma. De hecho, nos encontramos arenas fangosas con alto contenido orgánico en las áreas estuáricas de menos de 10 m de profundidad (Sánchez-Mata *et al.* 1999). Por otra parte, se observan fangos en las ensenadas de Ares y Redes (Grajal 1990). Las zonas de marismas (Mandeo, Eume, Lambre y Baxoi) se encuentran colmatadas por sedimentos cenagosos y, en menor medida, arenosos que están mal clasificados y con bajo contenido en caliza organógena (Grajal 1990).

La zona más interna de la ría de Ferrol está dominada por sedimentos fangosos (Fig. 3), con selección pobre o mala, y gran cantidad de materia orgánica (Fig. 4). En las zonas portuarias, encontramos fangos muy finos con una selección moderada y en los que el contenido en materia orgánica también es alto. La zona media de la ría (entre el muelle de Curuxeiras y la ensenada de Baño) posee fangos, arena muy fina o arena fina, con selección mala y alto contenido de materia orgánica. El estrecho canal de la ría de Ferrol presenta un sedimento formado arena media o gruesa, con una proporción variable de conchilla. La selección en el canal es moderada o pobre, y la proporción de materia orgánica es baja. La parte más externa de la ría, en las cercanías del puerto exterior de Ferrol, se encuentra tapizado por sedimentos de arena fina, con zonas de arena media y gruesa. La selección en la parte externa es moderada o moderadamente buena, y su contenido orgánico es también bajo (Parra *et al.* 2002).

En los fondos sedimentarios de la plataforma continental ártabra encontramos arena fina en su parte occidental, mientras que la parte oriental está formada por sedimento grueso (Fig. 3). Aunque el contenido en materia orgánica es bajo (Fig. 4), este es generalmente menor en la parte oriental, siguiendo el tamaño medio de diámetro de grano (López-Jamar y González 1987). De manera genérica, el porcentaje de partículas carbonatadas en la plataforma noroeste de Galicia es inferior al 20% en su parte central. Esta proporción aumenta por encima del 20% en el borde externo de la plataforma, llegando a valores del 50% en algunas zonas. Estos altos valores se deben a una importante producción de partículas biogénicas *in situ* (Sánchez-Mata 1996). Así por ejemplo, en la confluencia de las rías ártabras se han medido tasas diarias de sedimentación por encima de 1 g de carbono m⁻² (Bode *et al.* 1998).

Finalmente, en las rías de A Coruña y Ferrol se han encontrado acumulaciones de gas en los sedimentos superficiales de casi 1 km² en cada una a profundidades entre 1 y 20m. Estas acumulaciones son mucho menores que las medidas en las Rías Baixas, lo que se atribuye a su diferente tamaño y productividad (García Gil *et al.* 2007).

4. Climatología

Según Rodríguez y Ramil-Rego (2007) el clima en el golfo Ártabro se encuadra dentro del macroclima templado submediterráneo. El bioclima corresponde con el subhiperoceánico, en el que el termotipo corresponde con el termotemplado superior, mientras que el ombrotipo es húmedo inferior.

El área de estudio se encuentra aproximadamente equidistante del polo norte y del ecuador. Está incluida dentro del dominio de los vientos del oeste, que son templados y húmedos. Por ello se encuentra afectada durante la mayor parte del año por sistemas frontales asociados al paso de borrascas o bajas presiones móviles del frente polar, que están formadas por frío aire polar marítimo o continental. Como resultado del balanceo estacional del frente polar, en verano estos sistemas frontales oeste se desplazan hacia latitudes más septentrionales. Ello provoca que la región entera quede encuadrada dentro del dominio de la masa estable del anticiclón de las Azores, que puede enviar sobre la zona vientos de componente norte (N o NE), que contribuyen a refrescar la temperatura estival. Incluso pueden crear nubes de estancamiento, con posibles precipitaciones durante los meses de verano (Rodríguez 1996).

Las temperaturas en la zona de estudio se pueden considerar como templadas (Rodríguez 1996). Tomando los datos del observatorio meteorológico de la AEMET en A Coruña, la temperatura media anual es de 14,8 °C (Tabla 1). Las variaciones térmicas estacionales son moderadas, la temperatura media en enero es de 10,8 °C mientras que en agosto es de 19,6 °C.

Tabla 1: Valores climatológicos normales en A Coruña (1981-2010, fuente: AEMET).

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	10,8	13,5	8,1	112	75	14,0	0,1	1,6	1,0	0,1	3,6	102
Febrero	11,1	14,1	8,0	88	73	12,0	0,1	1,1	1,3	0,0	3,6	121
Marzo	12,4	15,5	9,2	75	72	11,5	0,0	1,1	1,2	0,0	4,4	160
Abril	13,0	16,2	9,9	88	73	13,3	0,0	1,7	1,5	0,0	3,5	175
Mayo	15,0	18,1	12,0	74	75	11,1	0,0	1,8	3,0	0,0	2,3	201
Junio	17,4	20,6	14,3	44	76	6,7	0,0	1,0	4,7	0,0	4,3	225
Julio	19,0	22,1	15,9	34	77	5,5	0,0	1,2	6,7	0,0	5,4	239
Agosto	19,6	22,8	16,4	35	77	5,7	0,0	1,1	6,2	0,0	5,2	244
Septiembre	18,6	22,0	15,2	64	76	7,9	0,0	1,6	5,2	0,0	5,7	192
Octubre	16,1	19,1	13,0	130	77	12,9	0,0	1,3	3,2	0,0	3,5	149
Noviembre	13,3	16,0	10,5	138	77	14,3	0,0	1,8	1,6	0,0	2,7	108
Diciembre	11,5	14,1	8,9	131	75	14,6	0,0	1,5	1,3	0,0	4,6	94
Año	14,8	17,8	11,8	1014	75	129,6	0,2	16,8	37,0	0,1	48,6	-

T: Temperatura media mensual/anual (°C); **TM:** Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C); **Tm:** Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C); **R:** Precipitación mensual/anual media (mm); **H:** Humedad relativa media (%); **DR:** Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm; **DN:** Número medio mensual/anual de días de nieve; **DT:** Número medio mensual/anual de días de tormenta; **DF:** Número medio mensual/anual de días de niebla; **DH:** Número medio mensual/anual de días de helada; **DD:** Número medio mensual/anual de días despejados; **I:** Número medio mensual/anual de horas de sol

La precipitación es elevada, con valores de más de 1000 mm al año. Otoño es, en promedio, la época de mayor pluviosidad, mientras que los meses de julio y agosto son los más secos (Tabla 1).

El viento es un factor meteorológico muy importante en el área estudiada y con importantes implicaciones oceanográficas. Galicia, debido a su latitud, se encuentra inmersa en la zona de circulación de los ponientes. Esto implica que predominen los vientos del tercer y cuarto cuadrante (sudoeste-oeste), especialmente en el periodo de otoño-invierno. En verano, sin embargo, las altas presiones subtropicales invierten la rosa de los vientos, provocando que los flujos de primer y segundo cuadrante (norte-nordeste) sean los de mayor frecuencia (Castillo *et al.* 2006). Los vientos del suroeste y noroeste levantan mucha mar y están acompañados de lluvias continuas. Esta acción del viento se refleja en el oleaje, predominando las olas del nordeste y suroeste, mientras que el mar de fondo es propio del noroeste (Parra 2007).

5. Oceanografía física y química

5.1. Masas de agua

En las aguas oceánicas adyacentes a la plataforma continental gallega podemos encontrar las siguientes masas de agua (Harvey 1982; Ríos *et al.* 1992; Cabanas 1999; Varela y Rosón 2005):

- El *agua superficial* se extiende aproximadamente hasta los 100m de profundidad. Posee características muy variables al estar muy influida por factores tales como la radiación solar, la pluviosidad o los aportes fluviales. Sufre variaciones estacionales, como durante el invierno, cuando el enfriamiento y la homogenización dan lugar a una importante mezcla vertical. En condiciones estivales se produce la formación de la termoclina estacional que la separa de la siguiente masa de agua.
- Debajo de la capa de mezcla está situada el Agua Central del Atlántico Nordeste (Eastern North Atlantic Central Water, ENACW). Aunque varía estacionalmente, sus límites se encuadran de manera general entre los 150 y 600m, caracterizándose el límite inferior por el mínimo de salinidad. Esta masa de agua se forma por mezcla invernal en una amplia región situada entre el noreste de las islas Azores y el margen europeo, esta área se encuentra limitada por las principales corrientes de la subcuenca del Atlántico Nordeste: la corriente Noratlántica y la corriente de las Azores (González-Pola 2006). Sobre la plataforma occidental de Galicia se encuentra agua central de origen subtropical, mientras que en la plataforma septentrional gallega es más frecuente agua central de origen subpolar. Ambas convergen al norte de la costa de Galicia, pudiendo detectarse ambas en el golfo Ártabro (ej. Prego y Varela 1998).
- El Agua Mediterránea (Mediterranean Water, MW) está localizada debajo de la ENACW. El agua que sale por el estrecho de Gibraltar se mezcla con aguas residentes del golfo de Cádiz para formar el MW. Desde ahí se dirige hacia el norte formando una lengua de alta salinidad y temperatura que sigue el talud ibérico-atlántico, guiado por la topografía y el efecto Coriolis. En su avance hacia el norte se forman una serie de remolinos que fluyen hacia el océano abierto (Parrilla y García-Morón 1972; González-Pola 2006). Aproximadamente a 1000-1200m de profundidad se encuentra su máximo de salinidad y presenta también una inversión térmica. Este máximo de salinidad está muy marcado en la costa oeste gallega, pero se va debilitando a medida que avanza hacia el norte, de la misma forma que la proporción de MW va disminuyendo. La influencia del Agua Mediterránea deja de notarse en torno a los 1500m de profundidad (Cabanas 1999).

- El Agua de Labrador (Labrador Water, LW) aparece mezclándose con la parte inferior del Agua Mediterránea y se detecta, en aguas adyacentes a Galicia, por un máximo relativo en la concentración de oxígeno hacia los 1900m. Se forma en el mar de Labrador y una de sus venas atraviesa la dorsal atlántica, de forma que una parte se dirige hacia el norte y otra inunda la Cuenca Atlántica NE, modificándose a su paso.
- Finalmente, en las capas más profundas se encuentran el Agua Profunda del Atlántico Norte (North Atlantic Deep Water, NADW), procedente de los mares nórdicos y cuyo núcleo está entre 2500 y 3000m; y el Agua de Fondo (Low Deep Water, LDW) que supone el producto final de varios componentes, incluyendo aguas de origen antártico (González-Pola 2006).

De todas estas masas de agua, en el golfo Ártabro es importante la dinámica de ENACW, que se modifica sobre la plataforma en su interacción con las aguas de origen continental y forma el agua superficial (Cabanas 1987; Valdés *et al.* 1992; Casas *et al.* 1997).

5.2. Circulación general

La costa de Galicia se encuentra en la región nordeste del giro subtropical del Atlántico Norte, siendo influida por la corriente de contorno oriental que se extiende entre Irlanda y el sistema de afloramiento africano. Enfrente a la costa occidental ibérica, esta corriente de contorno recibe el nombre de Corriente de Portugal, la cual se dirige al sur con un flujo relativamente débil, dominando la circulación en las aguas oceánicas de esta área (Varela *et al.* 2005; Otero 2008).

En invierno tanto en la plataforma como en el talud de Galicia y el Cantábrico se aprecia una contracorriente de contorno, cuyo principal mecanismo forzador es el gradiente de densidad meridional de gran escala asociado a la existencia de un talud orientado norte-sur. Esta corriente se dirige hacia el norte en la costa atlántica por lo que se denomina *Corriente Ibérica hacia el Polo (Iberian Poleward Current, IPC)*, también llamada *Corriente de Navidad* debido a la época en la que es más intensa (Fig. 5, Pingree y Le Cann 1989; Varela *et al.* 2005; González-Pola 2006). El dominio de vientos del sur y suroeste refuerza y extiende la influencia de esta corriente hasta la capa superficial, que transporta aguas de origen subtropical, relativamente cálidas y salinas (Varela *et al.* 2005; Rosón 2008). Con el cambio de orientación de la costa gallega, al pasar el cabo Fisterra el flujo de esta corriente se dirige hacia el este. En la costa cantábrica el gradiente de presión meridional deja de estar presente, y el flujo de la IPC decae progresivamente por fricción (Pingree y Le Cann 1990).

Durante la primavera y el verano, los vientos del norte y nordeste hacen que la circulación superficial en la plataforma continental gallega se dirija hacia el sur y sudoeste (Rosón 2008). Este régimen de vientos provocará además afloramiento o surgencia de aguas profundas en la costa (ver el apartado específico sobre el afloramiento más adelante). En estas condiciones la IPC parece que sigue existiendo aunque sería más profunda y estaría desplazada hacia el océano abierto (Peliz *et al.* 2003; Varela *et al.* 2005; González-Pola 2006).

Las aguas de la plataforma gallega también se ven afectadas por la descarga de los ríos, como el Miño o incluso el Duero (ej. Otero *et al.* 2013). En el invierno esta influencia fluvial es mayor, las tormentas pueden dar lugar a una expansión de las plumas de los ríos que alcanzan velocidades de desplazamiento superiores a 1 m s^{-1} , causando un descenso notable de la salinidad superficial y el transporte de sustancias y partículas a grandes distancias, generalmente hacia el norte.

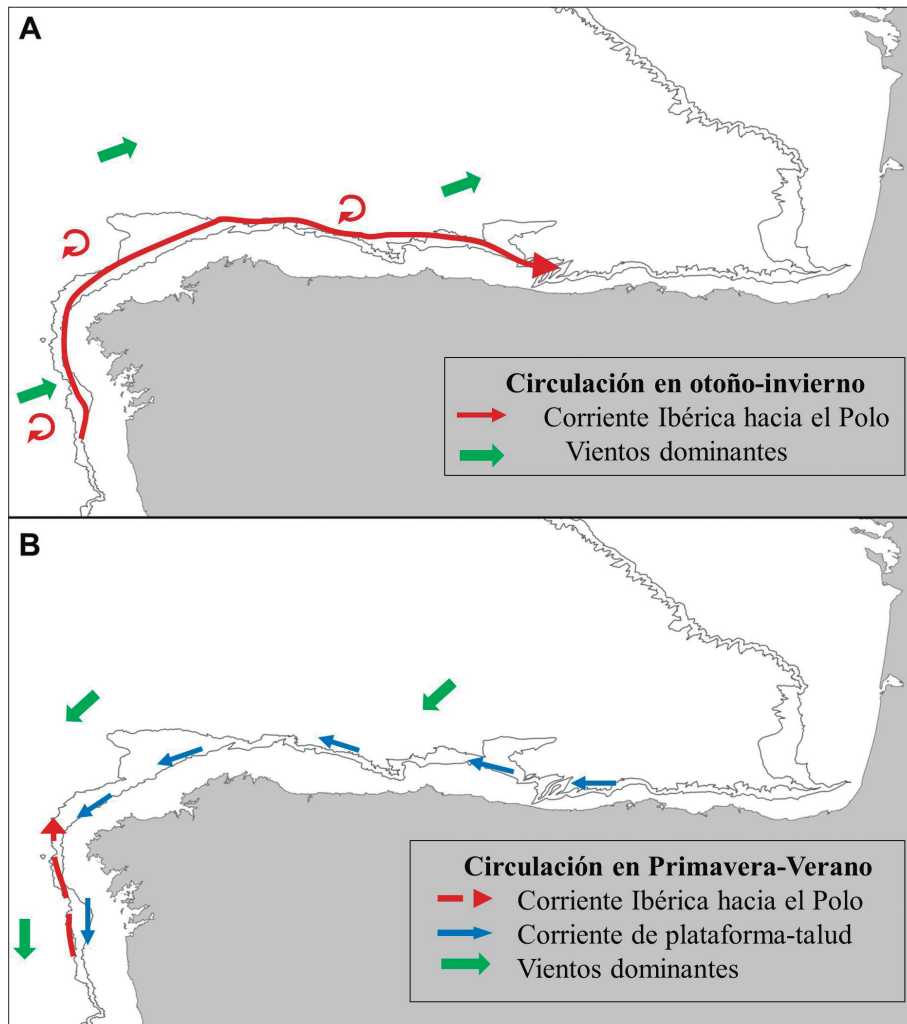


Figura 5: Representación esquemática de la circulación superficial en la costa gallega y el mar Cantábrico durante otoño-invierno (A) y primavera-verano (B). Adaptado de Otero (2008).

5.3. Circulación en la rías

De manera general, los tres factores que controlan el movimiento de las masas de agua en el interior de las rías son la descarga de agua dulce de los ríos que vierten a la ría, la marea y el viento (Fraga y Margalef 1979). De ellos, el forzamiento mareal es el más importante (Álvarez 2005). El transporte de agua superficial de baja salinidad, desde el río hacia el océano, es compensado con la entrada de agua oceánica por el fondo de la ría, la cual se va mezclando verticalmente con el agua superficial (circulación estuárica positiva).

En el caso de la ría coruñesa la circulación marina se ve afectada por la presencia del Dique de Abrigo de forma importante (Cabanas *et al.* 1987; Varela *et al.* 1994). Los modelos de corriente

residual en la ría (Gómez-Gesteira *et al.*, 1998) indican la formación de tres pequeños remolinos entre la desembocadura del río Mero y la ensenada de Santa Cruz: los de los extremos presentan una circulación antihoraria, mientras que el central posee un giro con sentido horario. Al norte del dique se forma otro remolino con sentido antihorario, mientras que al sur del mismo habría otro giro con circulación horaria. Dentro del puerto la corriente residual es inapreciable, mientras que en la desembocadura del río hay valores altos debido sobre todo a la poca profundidad.

En comparación con otras rías gallegas, en la ría de A Coruña el efecto del agua dulce aportada por el río Mero es poco importante. Únicamente en la zona de la desembocadura de dicho río se observa una influencia clara (Bode *et al.* 2017). Esto ha dado lugar a que diversos autores consideren que desde el punto de vista hidrográfico no se pueda hablar de una ría sino de una bahía de influencia oceánica (Varela *et al.* 1994).

Hidrográficamente, la ría de Ares-Betanzos es un estuario parcialmente estratificado con circulación positiva. Las corrientes de marea fluyen hacia el oeste durante la subida de marea, y hacia el este en la bajada (Sánchez-Mata *et al.* 1999). Los modelos de circulación sugieren la presencia de un remolino de sentido antihorario en la parte externa, coincidiendo con la zona de confluencia de las dos ramas de Ares y Betanzos (Duarte *et al.* 2014).

Al contrario que la ría de Ares-Betanzos, el canal de entrada de la ría de Ferrol se comporta como un estuario bien mezclado durante todo el año, debido a la intensificación de la corriente de marea en esta zona. La parte interna de la ría ferrolana puede considerarse como parcialmente estratificada o como estuario bien mezclado en función de la descarga del río Grande de Xubia (Álvarez 2005). Se han descrito corrientes de marea más intensas en la parte sur de la ría, así como la formación de giros durante las bajamares y pleamares (Instituto Hidrográfico de la Marina 1993). El principal factor que controla la corriente residual de esta ría es el viento, a diferencia de otras rías cuyo principal factor responsable de este tipo de circulación es la diferencia de densidad o forzamiento baroclínico. Esto se debe a la particular orientación de la ría de Ferrol y a la existencia del estrecho que tiende a encañonar el viento (Álvarez 2005).

5.4. Afloramiento

La costa gallega es una región afectada por episodios de afloramiento (*upwelling* en inglés), que dan lugar al ascenso de agua profunda. De hecho, el noroeste peninsular se considera el límite septentrional del sistema de afloramiento del Atlántico Noreste (Wooster *et al.* 1976). En la costa gallega los vientos del norte y nordeste mueven las aguas de la plataforma hacia el océano abierto por medio del transporte de Ekman, que provoca que las masas de agua se muevan con un determinado ángulo con respecto al viento, lo cual es debido al efecto de la rotación de la tierra. Las aguas superficiales desplazadas son sustituidas por aguas profundas, enriquecidas en nutrientes, lo que estimula la producción biológica. Estas condiciones de viento tienen lugar cuando el anticiclón de las Azores se refuerza, desplazándose hacia el norte debido a un debilitamiento de las bajas presiones de Islandia (Wooster *et al.* 1976). La ascensión de agua profunda acontece principalmente desde marzo hasta octubre, destacando el mes de agosto que es cuando el afloramiento es más intenso (Fraga 1981). A pesar de ser primavera-verano la época más favorable para este fenómeno, también se han observado afloramientos fuera de estos meses (Álvarez *et al.* 2012).

Las aguas que afloran en la plataforma gallega son generalmente del tipo ENACW, si bien en los afloramientos invernales se registraron ascensos de aguas transportada por la IPC y de agua oceánica subsuperficial modificada en la plataforma que no estaba asociada a aquellas (Álvarez *et al.* 2012).

La subida de agua profunda ocurre en forma de eventos discretos. Este fenómeno se intensifica en periodos de 4 a 10 días, siguiendo la periodicidad que caracteriza la variabilidad de los forzamientos meteorológicos (Fiúza 1983). Normalmente, tras 3-5 días de viento con la componente adecuada se empieza a observar un enfriamiento de la capa inferior de la columna de agua. Si las condiciones no cambian, a la semana siguiente se observa una proliferación de fitoplancton (Varela 1992).

Al norte del cabo Fisterra el afloramiento va perdiendo intensidad (Molina 1972), llegando a ser discontinuo y próximo al borde de la plataforma continental en la costa norte gallega (Prego y Bao 1997). Estas diferencias con respecto a la plataforma occidental gallega se deben al cambio de orientación de la costa (Álvarez *et al.* 2012).

Un ejemplo de afloramiento en el golfo Ártabro fue descrito por Prego y Varela (1998). Este episodio observado en las proximidades del cabo Prior dio lugar a un frente térmico desde el citado cabo hacia el oeste, paralelo al arco del golfo. Mientras tanto, las rías de la zona permanecieron aisladas del frente, y el agua aflorada no penetró en ellas. Otros estudios han constatado que la entrada de agua aflorada en las rías ártabras es infrecuente y sólo ocurre en episodios de afloramiento muy intensos (Varela *et al.* 2001; Bode *et al.* 2005). Esto es una diferencia muy importante con respecto a las Rías Baixas, donde el agua ascendida llega al interior de las mismas acelerando la circulación estuárica positiva y aumentando la productividad biológica de las mismas.

5.5. Hundimiento

De forma general, durante el otoño y el invierno los vientos dominantes en la costa gallega son de componente sur y suroeste, provocados por las borrascas atlánticas. El transporte de Ekman empuja a las aguas superficiales hacia la costa donde se acumulan y se hunden. Esto da lugar a un fenómeno contrario al afloramiento que se denomina hundimiento o *downwelling*. Este proceso se suele iniciar en septiembre-octubre, y tiene lugar preferentemente en condiciones otoñales e invernales (Casas *et al.* 1997).

El hundimiento provoca la acumulación de aguas cálidas y pobres en nutrientes hacia la costa. Esta hidrodinámica reduce de manera importante el intercambio entre la plataforma y el océano. Estas condiciones facilitan además la acumulación de organismos plantónicos y son, en general, favorables para la aparición de proliferaciones de fitoplancton tóxico (Escalera *et al.* 2010).

5.6. Ciclo de temperatura del agua

Para describir las condiciones hidrográficas básicas del golfo Ártabro usaremos los datos obtenidos de una estación nerítica del golfo Ártabro (Fig. 6), que es muestreada de forma sistemática dentro del marco del proyecto RADIALES del IEO (Fig. 7).

Se pueden distinguir dos épocas del año en cuanto a la situación térmica de la columna de agua en la plataforma continental de la zona. Por un lado hay una fase de mezcla invernal caracterizada por la homogeneidad térmica en la columna de agua, y que tiene lugar normalmente entre noviembre y abril. Por otro lado existe una época de estratificación térmica que empieza en abril-mayo y dura, normalmente, hasta octubre. Como ya se ha comentado, en este periodo de



Figura 6: Localización de la Estación 2 muestreada mensualmente en el proyecto RADIALES del IEO.

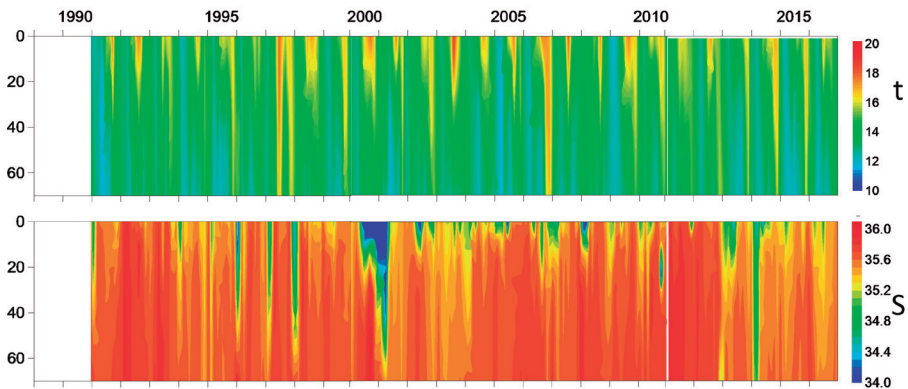


Figura 7: Variación de temperatura (°C, t) y salinidad (S) en la Estación 2 entre 1991 y 2016 (Proyecto RADIALES).

estratificación tienen lugar los eventos discretos de afloramiento que se detectan gráficamente por un ascenso de las isotermas (Valdés *et al.* 1991; Casas 1997). Este fenómeno oceanográfico da lugar a la entrada de ENACW por el fondo de la plataforma, aunque su influencia disminuye a medida que nos acercamos a la costa (Valdés *et al.* 1991).

Los fenómenos de hundimiento acumulan agua cálida contra la costa, lo que gráficamente se traduce por un descenso de las isotermas. Este proceso predomina durante el otoño y el invierno, si bien es posible observarlo también a finales de verano (Casas *et al.* 1997).

5.7. Salinidad

Tomando como base la estación nerítica muestreada en el proyecto RADIALES del IEO (Fig. 7), los valores mínimos de salinidad suelen darse en los primeros o últimos meses del año, debido a los aportes continentales. Estos mínimos de salinidad pueden observarse en buena parte de la columna de agua.

La dinámica de las masas de agua también hace variar el contenido en sales. Así, el afloramiento provoca la entrada de agua salina por el fondo, mientras que la IPC junto a los fenómenos de hundimiento pueden hacer que se acumule agua de alta salinidad en otoño cerca de la costa (ej. Valdés *et al.* 1991).

En cuanto a la distribución espacial, como cabe esperar, se observa una disminución de la salinidad hacia el interior de la rías de Ares-Betanzos y Ferrol. Tras una serie de campañas estacionales, se observó que este gradiente era máximo hacia finales de año (Fig. 8, Bode y Varela 1998). Por el contrario, en la ría de A Coruña, solamente en la zona de la desembocadura del río Mero se observan unos cambios de salinidad significativos (Varela *et al.* 1994; Bode *et al.* 2017).

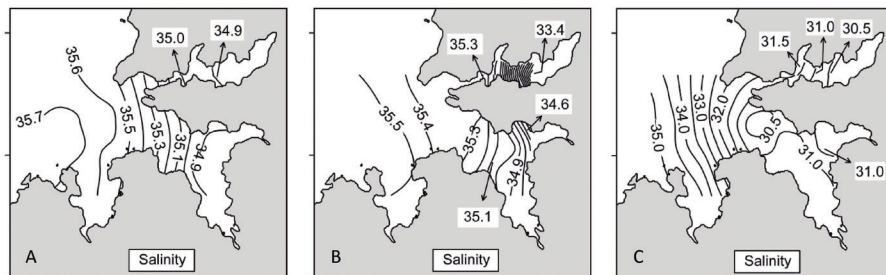


Figura 8: Variación espacial y temporal de la salinidad en la rías Ártabras durante la campañas COPLA-393 (A), COPLA-893 (B) y COPLA-1293 (C), según Bode y Varela (1998). Figura cedida por gentileza de *Scientia Marina*.

5.8. Concentraciones de nutrientes

De manera general, en la plataforma continental del golfo Ártabro se encuentran concentraciones relativamente elevadas de nitrato, fosfato y silicato en toda la columna de agua durante el invierno debido a los procesos de mezcla invernal y a los mayores aportes continentales. Sin embargo, los máximos valores se suelen observar en las capas profundas durante los periodos de afloramiento (Casas *et al.* 1997). En cualquier caso, el grado de enriquecimiento producido por la ascensión de aguas profundas depende obviamente de la concentración de nutrientes del agua aflorada. En este sentido se han registrado episodios de afloramiento en primavera de aguas de alta salinidad y bajas concentraciones de nutrientes (González *et al.* 2003).

Los mínimos de concentración de estos nutrientes en aguas neríticas se registran en primavera y verano en una capa de 20-30m más superficial (Fig. 9). Esto se debe a su consumo por el fitoplancton. Sin embargo las concentraciones superficiales se recuperan rápidamente en los pulsos de afloramiento, sobre todo en verano (Casas *et al.* 1997).

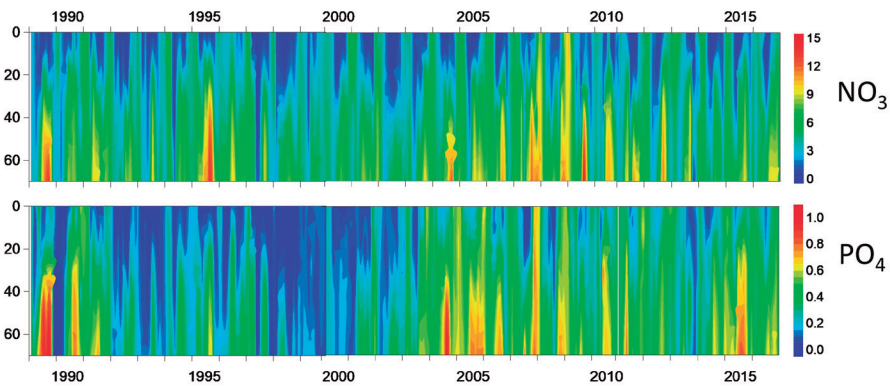


Figura 9: Variación de la concentración de nitrato y fosfato (μM) en la Estación 2 entre 1991 y 2016 (Proyecto RADIALES).

En el interior de las rías una importante fuente de nutrientes son los aportes continentales (Bode *et al.* 2005; 2017). De esta manera, en la ría de A Coruña se observó un máximo en la concentración de estos elementos en la capa superior coincidiendo con una bajada de la salinidad superficial durante una época de importante pluviosidad (Varela *et al.* 2001).

Las Rías Baixas reciben mayores cantidades de nutrientes que las Rías Altas (Prego *et al.* 1999). Esto no se debe a los aportes continentales estivales, puesto que la contribución de los ríos es similar en ambas zonas. Tampoco es causada por diferencias en la mezcla invernal, que en cualquier caso sería más intensa en las Rías Altas, debido a su posición más septentrional. Las diferencias vienen determinadas principalmente por la diferente influencia del afloramiento entre ambas zonas. Por un lado la orientación de las Rías Baixas favorece la penetración del agua aflorada. Aunque la ría de Ferrol tiene una orientación parecida a las rías occidentales, la presencia de un canal estrecho y somero a su entrada probablemente hace que sólo se detecte una delgada capa de ENACW en el fondo en las condiciones favorables (Bode *et al.* 2005). Otra diferencia importante entre las Rías Altas y Baixas es que en las primeras el agua aflorada posee menos concentraciones de nutrientes al ser ENACW modificada, como la resultante de la mezcla con aguas superficiales del golfo de Vizcaya observada en la costa norte gallega (Prego *et al.* 1999). Finalmente, la remineralización en las Rías Baixas y la plataforma adyacente es mucho mayor, lo que da lugar a un importante suministro de nutrientes inorgánicos que vuelven a penetrar en las rías por el flujo ocasionado durante el afloramiento (Prego *et al.* 1999).

6. Geografía humana

En las costas del golfo Ártabro viven aproximadamente medio millón de personas (Tabla 2). La ría de A Coruña es la que soporta una mayor población, seguida por la de Ferrol y finalmente la de Ares-Betanzos. Son precisamente las rías de A Coruña y Ferrol las que poseen los núcleos urbanos más importantes.

Tabla 2: Población humana (número de habitantes) en 2017 de los municipios del golfo Ártabro (Fuente INE)

Concello	
A Coruña	244.099
Culleredo	29.982
Cambre	24.348
Oleiros	35.198
Total ría de A Coruña	333.627
Sada	15.242
Bergondo	6.623
Betanzos	12.941
Paderne	2.441
Miño	5.905
Pontedeume	7.937
Cabanas	3.314
Ares	5.658
Total ría de Ares-Betanzos	60.061
Mugardos	5.303
Fene	13.110
Neda	5.165
Narón	39.280
Ferrol	67.569
Total ría de Ferrol	130.427
Total golfo Ártabro	524.115

La ría de Ares-Betanzos es más grande que las otras dos, posee menos población permanente y los núcleos urbanos son más pequeños. De hecho, la población en su litoral está más dispersa. Aun así, en esta ría seguramente haya una fluctuación estacional de la población mucho más marcada que en el caso de las otras dos, debido al aumento de residentes temporales que se experimenta en la misma durante el verano.

6.1. Urbanización del litoral

Dentro de la zona de estudio, la ría de Ferrol es la que posee mayor superficie de construcción litoral (Tabla 3). En su parte externa destaca el puerto exterior en la orilla norte. En la zona interna se localizan otras construcciones costeras importantes, como son los puertos de Ferrol y de Mugardos, los astilleros de Bazán y Astano, así como la planta regasificadora de Reganosa.

Tabla 3: Superficie de construcción litoral en 2010 (Seoane 2013)

Ría	Construcción litoral (ha)
ría de Ferrol	398,3
ría de A Coruña	120,7
ría de Ares-Betanzos	31,7

En la ría de A Coruña una de las construcciones civiles más destacadas es el Dique de Abrigo Barrie de la Maza, de unos 1200m de longitud. Este espigón condiciona la circulación del agua en el interior de la ría (Gómez-Gesteira *et al.* 2002), al ocupar una tercera parte de la ancho de la misma en ese punto. En el exterior de la ría la mayor construcción litoral es el puerto exterior en punta Langosteira. En la parte interna de la ría destaca la intensa urbanización de la línea de costa occidental debido a los terrenos portuarios y al paseo marítimo de la ciudad de A Coruña. Este último tipo de construcción costera afecta también a la parte final del río Mero en donde existen paseos fluviales en ambas orillas.

La ría de Ares-Betanzos es la menos urbanizada del conjunto del golfo Ártabro, siendo su línea litoral la mejor conservada. Las construcciones costeras más significativas en esta zona corresponden a los puertos y paseos marítimos de las localidades de Sada, Ares y Pontedeume.

7. Agradecimientos

Quisiera agradecer a Jorge Sanjurjo por la revisión realizada del apartado de geología; así como a Antonio Bode y al grupo BioCost por las sugerencias aportadas al capítulo. Deseo también reseñar la ayuda de Rodrigo Alba en la maquetación de alguna de las figuras de este capítulo. Los datos de hidrografía presentados fueron obtenidos en el marco del proyecto RADIALES del IEO.

8. Bibliografía

Álvarez I. (2005). *Hidrografía e hidrodinámica de los estuarios gallegos bajo la influencia de forzamientos externos*. Tesis Doctoral. Universidade de Vigo, España.

Álvarez I., Prego R., deCastro M. y Varela M. (2012). Galicia upwelling revisited: out-of-season events in the rías (1967-2009). *Ciencias Marinas* 38 (1B), 143-159.

Arce C. (2017). *Datación por luminiscencia de depósitos fluviales y eólicos en el margen occidental de Galicia*. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña, España.

Arévalo L. (2006). *Diferentes aspectos de la dinámica de la Ría de Ferrol*. Tesis Doctoral. Universidad de Cádiz, España.

Bode A. y Varela M. (1998). Primary production in three Galician Rías Altas (NW Spain): seasonal and spatial variability. *Scientia Marina* 62 (4), 319-330.

Bode A., Varela M., Barquero S., Alvarez-Ossorio M.T. y González N. (1998) Preliminary studies on the export of organic matter during phytoplankton blooms off La Coruña (North Western Spain). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 78, 1-15.

Bode A., González N., Rodríguez C., Varela M. y Varela M.M. (2005). Seasonal variability of plankton blooms in the Ría de Ferrol (NW Spain): I. Nutrient concentrations and nitrogen uptake rates. *Estuarine, Coastal and Shelf Research* 63, 269-284.

Bode A., Varela M., Prego R., Rozada F. y Santos M.D. (2017). The relative effects of upwelling and river flow on the phytoplankton diversity patterns in the ría de A Coruña (NW Spain). *Marine Biology* 164: 93. doi: 10.1007/s00227-00017-03126-00229

Cabanas J.M. (1999). *Variabilidad temporal en las condiciones oceanográficas de las aguas de la plataforma continental gallega. Algunas consecuencias biológicas*. Tesis Doctoral. Universidade de Vigo, España.

Cabanas J.M., Nunes T., Iglesias M.L., González N. y Carballo. R. (1987). Oceanografía de la bahía de La Coruña. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 4, 21-28.

Castillo F., Martínez A. y Blanco R. (2006). O clima de Galicia. En: Naranjo L. and Pérez V. (Eds.) *A variabilidade natural do clima de Galicia*. Xunta de Galicia, Fundación Caixa Galicia. Santiago de Compostela, pp. 17-92.

Casas B. (1995). *Composición, biomasa y producción del fitoplancton en la costa de La Coruña: 1989-1992*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela, España.

Casas B., Varela M., Canle M., Gonzalez N. y Bode A. (1997). Seasonal variations of nutrients, seston and phytoplankton, and upwelling intensity off La Coruna (NW Spain). *Estuarine and Coastal Shelf Science* 44, 767-778.

Cosme de Avilés A. y Prego R. (1995) Características generales de la Ría de La Coruña y su cuenca fluvial. *Monografías de Química Oceanográfica* 2, 25-45.

Duarte P., Álvarez-Salgado X.A. y Fernández-Reiriz M.J. (2014). A modeling study on the hydrodynamics of a coastal embayment occupied by mussel farms (Ria de Ares-Betanzos, NW Iberian Peninsula). *Estuarine, Coastal and Shelf Research* 147. doi:10.1016/j.ecss.2014.05.021.

Escalera L., Reguera B., Moita T., Pazos Y., Cerejo M., Cabanas J.M. y Ruiz-Villarreal M. (2010) Bloom dynamics of *Dinophysis acuta* in an upwelling system: In situ growth versus transport. *Harmful Algae* 9, 312-322.

Fiúza A.F.G. (1983). *Upwelling patterns off Portugal*. En: Suess E. y Thiede J. (Eds) *Coastal upwelling: its sediment record*. Plenum Press. New York, pp. 85-98.

Fraga F. (1981). Upwelling off Galician coast. NW Spain. En: Richards F. (Ed.) *Coastal Upwelling*. American Geophysical Union, Washington D.C., pp. 176-182.

Fraga F. y Margalef R. (1979) Las rías gallegas. En: Fraga F. y Margalef R. (Ed.). *Estudio y Explotación del mar en Galicia*. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, pp. 101-121.

Fraga F., Mouriño C. y Manríquez M. (1982). Las masas de agua en la costa de Galicia. Resultados de Expediciones Científicas del B/O Cornide Saavedra 10, 51-77.

Frutos I. (2006). *Las comunidades suprabentónicas submareales de la ría de La Coruña y plataforma continental adyacente (NW península Ibérica)*. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá de Henares, España.

García-Gil S., Iglesias J., Martínez N. y Pérez M. (2007) First identification of shallow gas in the Rías Altas (NW Iberian Peninsula). *Geophysical Research Abstracts* 9, 10109.

- Grajal M. (1990). Procesos litorales en las rías de Betanzos y Ares (La Coruña). *Corpus Geologicum Gallaeciae*. 2ª Serie V. Academia Gallega de Ciencias., Laboratorio Xeolóxico de Laxe, Fundación Pedro Barrié de la Maza. A Coruña. 303 pp.
- Gómez-Gesteira M., De Castro M., Prego R. y Martins F. (2002). Influence of the Barrié de la Maza dock on the circulation pattern of the Ría of A Coruña (NW-Spain). *Scientia Marina* 66 (4), 337-346.
- González N., Bode A., Varela M. y Carballo R. (2003). Interannual variability in hydrobiological variables in the coast of A Coruña (NW Spain) from 1991 to 1999. *ICES Marine Simposia* 219, 382-383.
- González-Pola C. (2006). Variabilidad climática en la Región Sureste del golfo de Vizcaya. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo, España.
- Gómez-Gesteira M., Montero P., Prego R., Taboada J.J., Leiteao P., Ruiz-Villareal M., Neves R. y Pérez-Villar V. (1998). A two-dimensional particle tracking model for pollution dispersion in A Coruña and Vigo Rias (NW Spain). *Oceanologica Acta* 22 (2), 167-177.
- Harvey J. (1982) θ -S relationship and water masses in the eastern North Atlantic. *Deep-Sea Research* 29, 1021-1033.
- Gutiérrez G., Fernández J., Jeffries T.E., Johnston S.T., Pastor D., Murphy J.B., Piedad P. y Gonzalo J.C. (2011). Diachronous post-orogenic magmatism within a developing orocline in Iberia, European Variscides. *Tectonics* 30, TC5008, doi:10.1029/2010TC002845
- Instituto Hidrográfico de la Marina (1993). Derrotero de la costa NW de España. Nº 2. Tomo 1. Servicio de publicaciones de la Armada. Cádiz. pp. 61-80.
- López-Jamar E. y González G. (1987). Infaunal macrobenthos of the Galician Continental Shelf off La Coruna Bay, NorthWest Spain. *Biological Oceanography* 4 (2), 165-192.
- Molina R. (1972). Contribución al estudio del upwelling frente a la costa nordoccidental de la Península Ibérica. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 152.
- Otero P. (2008). *Estudios numéricos de la circulación de otoño e invierno en el Noroeste de la península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidade de Vigo, España.
- Otero P., Ruiz-Villarreal M., García-García L., González-Nuevo G. y Cabanas J.M. (2013). Coastal dynamics off Northwest Iberia during a stormy winter period. *Ocean Dynamics* 63, 115-129
- Otero Pedrayo R. (1926) *Guía de Galicia*. 1ª Edición. Espasa-Calpe. Madrid. 468 pp.
- Pagés J.L. (2000) Origen y evolución geomorfológica de las rías atlánticas de Galicia. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 13 (3-4), 393-403.
- Parra S., Rodríguez C., Frutos I. y López-Jamar E. (2002). Distribución espacial y temporal de las comunidades infaunales sublitorales de la ría de Ferrol (N.O. Península Ibérica). Primeros

resultados. In *XII Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino*, Gibraltal-La Línea de la Concepción, 22-25 October 2002. Laboratorio de Biología Marina (Universidad de Sevilla), Gibraltar Museum. pp. 139-140

Parra S. (2007). *Efecto del vertido de crudo del "Aegean Sea" sobre el bentos infaunal submareal de la ría de La Coruña, la ría de Ferrol y la plataforma continental adyacente (Galicia, NO de la Península Ibérica)*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, España.

Parrilla G. y García-Morón J.M. (1972). Contribución al estudio de la vena de agua mediterránea en la costa occidental de la Península Ibérica. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 145,1-23.

Pingree R.D. y Le Cann B. (1989). Celtic and Armorican slope and shelf residual currents. *Progress in Oceanography* 23, 303-338.

Pingree R.D. y Le Cann B. (1990). Structure, strength and seasonality of the slope currents in the Bay of Biscay Region. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 70, 857-885.

Peliz A., Dubert J., Haidvogel D.B. y Le Cann B. (2003). Generation and unstable evolution of a density-driven Eastern Poleward Current: the Iberian Poleward Current. *Journal of Geophysical Research* 108 (C8), 3268.

Prego R. y Bao R. (1997). Upwelling influence on the Galician coastal: silicate in shelf water and under lying surface sediments. *Continental Shelf Research* 17, 307-318.

Prego R. y Varela M. (1998). Hydrography of the Artabro Gulf in summer: western coastal limit of the Cantabrian seawater and wind-induced upwelling al Prior Cape. *Oceanologica Acta* 21 (2), 145-155.

Prego R., Barciela M.C. y Varela M. (1999). Nutrient dynamics in the Galician coastal area (Northwestern Iberian Peninsula): Do the Rías Bajas receive more nutrient salts than the Rías Altas?. *Continental Shelf Research* 19, 317-334.

Rey J. (1990). *Relación morfosedimentaria entre la Plataforma continental de Galicia y las Rías Bajas y su evolución durante el Cuaternario*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, España.

Rey J. y Sanz J.L. (1982). Estudio geológico submarino del litoral cantábrico con sonar de barrido lateral (desde San Vicente de la Barquera a Punta San Emeterio). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 7(1), 88-96.

Rey J. y Medialdea T. (1989). Los sedimentos cuaternarios superficiales del margen continental español. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía* 3. 329 pp.

Ríos A.F., Pérez F.F. y Fraga F. (1992) Water masses in the upper and middle North Atlantic ocean east of Azores. *Deep Sea Research* 34 (3/4), 645-658.

- Rodríguez R. (1996) *O golfo Ártabro: Xeografía Física*. En: Rodríguez, F. (ed). Galicia Xeografía XVII: A Galicia cantábrica, ártabra e fisterrá. Hércules de Ediciones. A Coruña, pp. 162-273.
- Rodríguez M.A y Ramil-Gallego P. (2007). Clasificaciones climáticas aplicadas a Galicia: revisión desde una perspectiva biogeográfica. *Recursos Rurais* 1 (3), 31-53.
- Rosón G. (2008). Hidrografía y dinámica de la ría de Vigo. Un sistema de afloramiento. In: González-Garcés A., Vilas F. and Álvarez-Salgado X.A. (Eds.). *La ría de Vigo. Una aproximación integral al ecosistema marino de la ría de Vigo*. Instituto de Estudios Vigueses. Vigo, pp. 51-84.
- Seoane H. (2013). *A ría como soporte da construción da periferia urbana*. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña, España.
- Sánchez-Mata A. (1996). *El macrozoobentos submareal de la ría de Ares y Betanzos: estructura biosedimentaria y dinámica poblacional, impacto de la marea negra del Aegean Sea*. Tesis Doctoral. Universidade Santiago de Compostela, España.
- Sánchez-Mata A., Glémarec M. y Mora J. (1999). Physico-chemical structure of the benthic environment of a Galician ría (Ría de Ares-Betanzos, north-west Spain). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79, 1-21.
- Valdés L. (1993). *Composición, abundancia y distribución del mesozooplankton en la plataforma continental frente a La Coruña*. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo, España.
- Valdés L., Alvarez-Ossorio M.T., Lavín A., Varela M. y Carballo R. (1991). Ciclo anual de parámetros hidrográficos, nutrientes y plancton en la plataforma continental de La Coruña (NO, España). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 7 (I), 91-138.
- Varela M. (1992) Upwelling and phytoplankton ecology in Galician (NW Spain) rías and shelf waters. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. 8(1), 57-74.
- Varela M., Prego R., Canle M. y Lorenzo J. (1994). The ría de La Coruña, is hidrologically a ría?. *Gaia* 9, 3-5.
- Varela M., Prego R., Belzunce M.J. y Martín F. (2001). Inshore-offshore differences in seasonal variations of phytoplankton assemblages: the case of a Galician Ría Alta (ría de A Coruña) and its adjacent shelf (NW Spain). *Continental Shelf Research* 21, 1815-1838.
- Varela R.A., Rosón G., Herrera, J.L., Torres-López, S. y Fernández-Romero, A. (2005). A general view of the hydrographic and dynamical patterns of the Rías Baixas adjacent sea area. *Journal of Marine Systems* 54, 97-113.
- Vidal Romaní J.R. (2002). El relieve actual de Galicia. In: Rodríguez F. (Ed.). Galicia. Naturaleza. Historia Natural. Geología. XXXVI. Hércules de Ediciones. A Coruña, pp. 22-69.
- Vidal Romaní J.R. (2015). *La Geología de Galicia o cómo armar un rompecabezas*. Discurso de ingreso en la Real Academia Gallega de Ciencias. Santiago de Compostela. <https://www.ragc>.

gal/sites/default/files/discursos/discurso_ingreso_prof_dr_d._juan_ramon_vidal_romani.pdf. Consultado el 5 junio de 2018.

Vidal Romani J.R. (2018). La historia geológica de la formación del golfo Ártabro (Coruña). En: CEIDA-Centro de Extensión Univeritaria e Divulgación Ambiental de Galicia. Un mar de vida para a cidadanía. Patrimonio natural e cultural do golfo Ártabro. CEIDA. Oleiros, pp. 6-15.

Wooster W., Bakun A. y McLain D.R. (1976). The seasonal upwelling cycle along the eastern boundary of the North Atlantic. *Journal of Marine Research* 34(2), 131-41.

Capítulo 3. Biodiversidad del plancton en el golfo Ártabro

Antonio Bode y Marta M. Varela

Centro Oceanográfico de A Coruña. Instituto Español de Oceanografía. Paseo Marítimo Alc. Fco. Vázquez, 10. 15001. A Coruña.

1. Introducción

El plancton (organismos que viven suspendidos en las aguas) desempeña un papel central en la vida marina (Fig. 1). En primer lugar porque es el primer sustento de todos los seres vivos marinos ya que el plancton fototrófico (cianobacterias y microalgas) es responsable de más del 90% de producción primaria del océano, aún teniendo en cuenta la enorme importancia de las macroalgas y fanerógamas marinas en las zonas costeras (Malone *et al.* 2017). Los pequeños animales del plancton (el zooplancton) constituyen el eslabón fundamental que alimenta a los consumidores de mayor tamaño, principalmente peces, aves y mamíferos marinos. Es lo que se

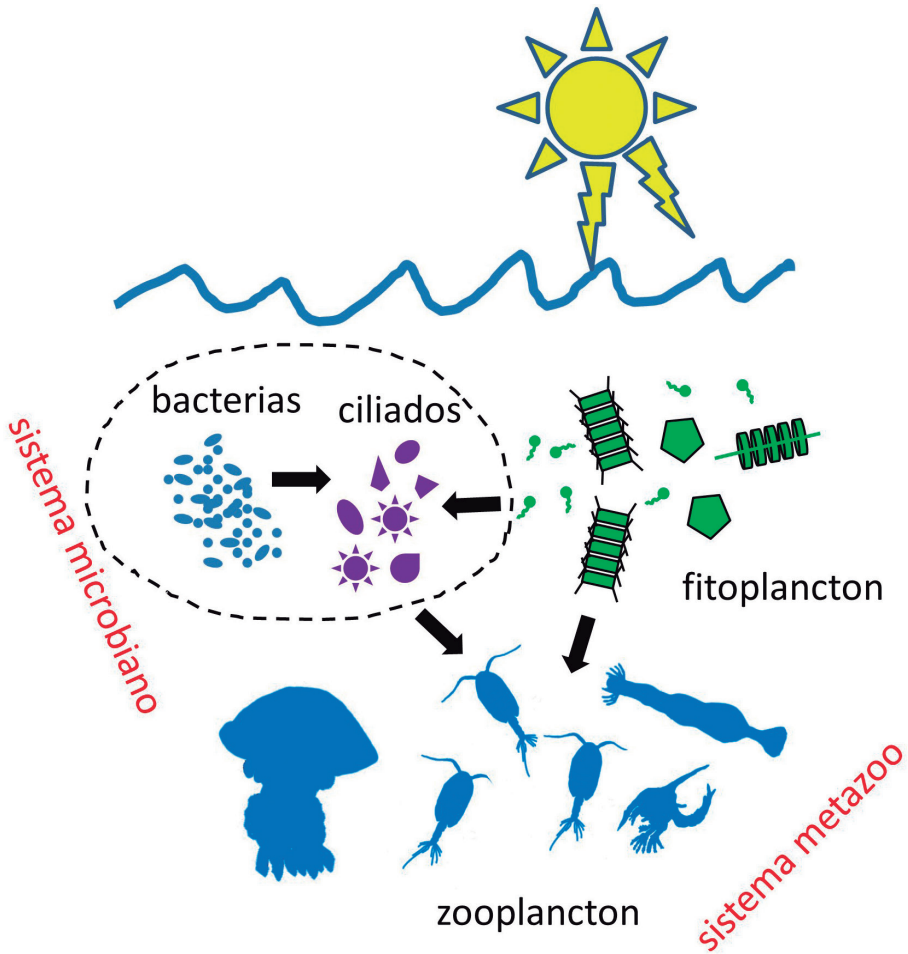


Figura 1: Esquema de la organización trófica del plancton. Se indican los principales sistemas tróficos (microbiano y metazoo) y los grupos de los que se analiza su diversidad en este capítulo. El fitoplancton, así como algunas especies de bacterias y ciliados que pueden realizar la fotosíntesis, son los productores primarios (autótrofos), mientras que el zooplancton y resto de bacterias y ciliados son consumidores de la materia orgánica producida previamente (heterótrofos).

denomina el sistema trófico metazoo. Además, existe una red alimentaria paralela (denominada sistema trófico microbiano) compuesta por microorganismos (virus y bacterias) y ciliados que remineraliza la materia orgánica disuelta, eliminando el carbono de la capa superficial del océano, así como otros nutrientes (nitrógeno, azufre, fosfato y hierro) y haciéndolo de nuevo accesible al resto de organismos oceánicos. Finalmente, muchos organismos pasan toda su vida formando parte del plancton (holoplancton), pero también el plancton es la comunidad en la que viven los huevos y las fases larvianas de muchos otros organismos marinos, como los peces o cefalópodos (meroplancton). El estudio del plancton, por tanto, es un componente obligado de la ecología marina, ya sea para resolver problemas medioambientales (como la regulación del clima o los efectos de la contaminación), pesqueros o de aplicación tecnológica. El inventario sistemático de la diversidad del plancton en el golfo Ártabro se consolidó a partir de la década de 1990, tras la implantación del programa de monitorización RADIALES del IEO (<http://www.seriestemporales-ieo.net>). No obstante, existen antecedentes de trabajos en los que se mencionan las principales especies de esta zona, generalmente en el marco de investigaciones con mayor cobertura geográfica (ej. Estrada 1984) o en relación a las proliferaciones de microalgas nocivas (ej. Blanco 1985). En este capítulo se hace una recopilación del conocimiento actual sobre la diversidad de especies del plancton Ártabro pormenorizado para los grupos generales de bacterias, ciliados, fitoplancton y zooplancton y se destacan algunas de sus particularidades e implicaciones para la ecología marina local.

2. Área de estudio

Los datos recopilados se refieren al golfo Ártabro, desde el borde de la plataforma continental (la isobata de 200 m) hasta la costa, incluyendo en muchos casos el interior de las rías de Ferrol, Ares-Betanzos y A Coruña.

3. Metodología de estudio

El plancton se ha recogido mediante pescas con redes o por filtración de muestras de agua de mar tomadas de botellas oceanográficas. Las bacterias se han recogido con filtros de pequeño tamaño de poro (0,22 μ m). Los ciliados y el fitoplancton se han sedimentado en cámaras de tipo Uthermöhl, y el zooplancton se ha obtenido del arrastre de redes de nylon. Debido al tamaño de la malla de nylon utilizada (200 μ m), a este zooplancton se le denomina mesozooplancton.

La identificación de especies del plancton se ha realizado tradicionalmente a partir de observaciones al microscopio en las que se analizan caracteres morfológicos. Éste sigue siendo el método aplicado en la actualidad a la mayor parte de los grupos: ciliados, fitoplancton y zooplancton. Sin embargo, las bacterias planctónicas no poseen una morfología variada que permita la identificación de especies por lo que para su identificación ha habido que esperar al desarrollo de técnicas de análisis molecular y genómico en años recientes.

En el caso de las bacterias, debido a la dificultad actual de delimitar especies en el sentido clásico y comparables con las del resto de grupos, se determinaron unidades taxonómicas operacionales (OTU, del inglés operational taxonomic units) a partir del análisis de su ADN, cuyas secuencias se contrastaron con las depositadas en la base de datos del Sequence Read Archive (SRA) del National Center for Biotechnology Information (NCBI). La diversidad de bacterias planctónicas que se recoge en este capítulo se ha estudiado en muestras recogidas en el golfo

Ártabro en julio de 2012 y se ha determinado mediante el análisis de pirosecuenciación 454 de la región hipervariable HTS del 16S del ARN ribosómico a partir de la extracción del ADN de muestras ambientales.

El fitoplancton y los ciliados se observaron con un microscopio invertido y el mesozooplancton con un estereomicroscopio. Las características morfológicas de los ejemplares analizados se contrastaron con las referencias publicadas para cada uno de estos grupos. El inventario de especies del fitoplancton recopilado abarca el periodo 1985–2017. En el caso de los ciliados, el estudio se centró exclusivamente en los organismos de vida libre en el plancton, excluyendo a los parásitos en un inventario del periodo 2007–2016. Para el zooplancton se ha recopilado la identificación de especies entre 1988 y 2017. En este capítulo se resumen los inventarios de cada grupo del plancton al menor taxonómico nivel posible, que es el de especie en la mayor parte de los casos. La referencia de nomenclatura de especies de bacterias, ciliados, fitoplancton y zooplancton es el catálogo del World Register of Marine Species (WoRMS Editorial Board 2018).

Para más detalles metodológicos se pueden consultar los trabajos específicos sobre bacterias (Teira *et al.* 2017a), ciliados (Varela *et al.* 2017), fitoplancton (Varela *et al.* 2012) y zooplancton (Bode *et al.* 2012a,b).

4. Bacterias

En el agua marina contiene un elevado número de bacterias, especialmente en la costa donde pueden llegar a alcanzar abundancias superiores al millón de células por mL. Su tamaño es, por tanto muy pequeño, generalmente oscila entre 0,2 y 2 μm . Este tamaño reducido constituye una ventaja porque la proporción entre la superficie y el volumen es mayor cuanto menor es el tamaño, y así las bacterias optimizan la captación de nutrientes. Sus formas varían poco en comparación con las de los demás organismos del plancton. A través del microscopio (Fig. 2) se observan formas redondeadas (cocos) o cilíndricas (bacilos) y sólo algunas tienen formas características como comas (vibrio) o espirales (espirilos). Pero esta variedad morfológica no basta para la clasificación taxonómica. Durante muchos años se han descrito mediante técnicas tradicionales de cultivo en el laboratorio. Sin embargo, no es fácil obtener cultivos representativos tanto del número como de la diversidad de las bacterias en su ambiente natural. En Galicia los primeros estudios de diversidad bacteriana se limitaron a las pocas especies del interior de las rías para las que se disponía de medios de cultivo adecuados (Santiago *et al.* 1976; Zdanowski y Figueiras 1999). En la década de los 80-90 se desarrollaron nuevas técnicas de clasificación basadas en datos de secuencias de ácidos nucleicos. El parámetro de referencia más usado es el ARN ribosómico, porque es un gen universal presente en todos los organismos. En los últimos años, han sido numerosos los trabajos a nivel mundial que describen los diversos taxones que componen el bacterioplancton, y empiezan a aplicarse en el estudio de diversidad en aguas gallegas (Guerrero-Feijoo *et al.* 2017; Teira *et al.* 2017a). Con estas técnicas es posible determinar una gran diversidad de secuencias genéticas (OTUS) pero aún no es posible identificar con facilidad a nivel de especies, por lo que los inventarios son comparables fundamentalmente a nivel de género.

Aunque hasta el momento sólo se han analizado muestras correspondientes a unas determinadas condiciones oceanográficas la diversidad bacteriana en el golfo Ártabro se revela muy elevada, con un total de 551 OTU pertenecientes a 12 filos diferentes. De 8 filos se han podido

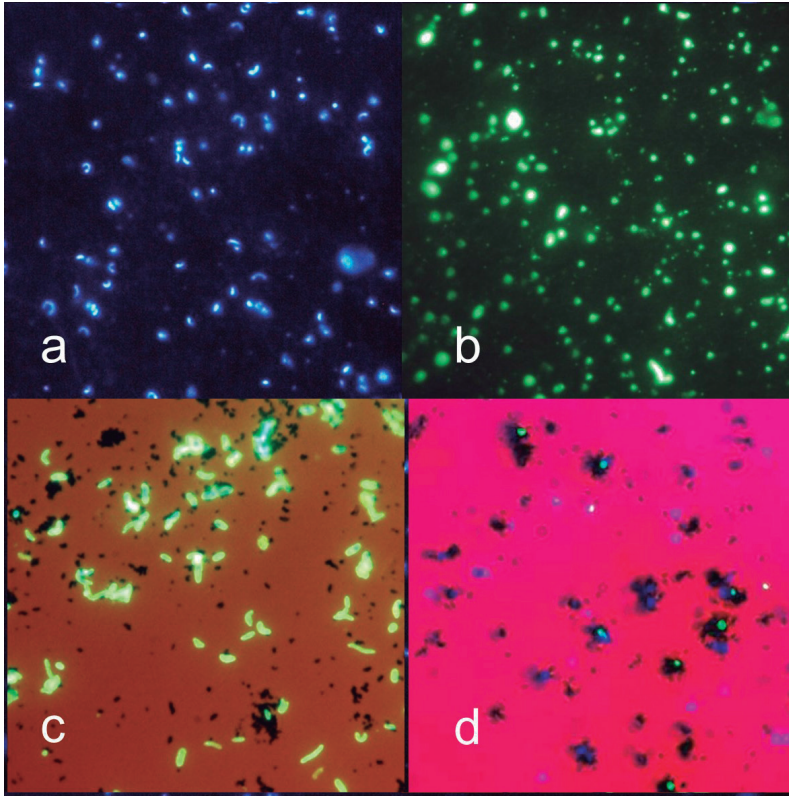


Figura 2: Fotomicrografías de bacterias del golfo Ártabro obtenidas con un microscopio de epifluorescencia. a: población total de bacterias teñidas con DAPI. b: Selección de un grupo específico de bacterias teñidas con la técnica FISH. c: Marcaje de bacterias activas mediante autorradiografía y FISH. d: combinación de imágenes mostrando la población total (puntos azules), el grupo seleccionado (puntos verdes) y las bacterias activas (halos negros). Fotografías de M.M. Varela.

determinar 102 géneros, y sólo 11 se han podido determinar a nivel de especie (Fig. 2). La mayor parte de la diversidad se encuentra en el filo Proteobacteria (66 géneros), especialmente en las clases Alphaproteobacteria y Gammaproteobacteria (Tabla 1). Muchas de estas bacterias son cosmopolitas o están asociadas al fitoplancton, ya que son descomponedoras de la materia orgánica que se libera en sus proliferaciones. Un ejemplo de las primeras son el grupo denominado SAR11 que se encuentra tanto en zonas costeras como oceánicas de todo el mundo, especialmente en la superficie. Entre las segundas están las del orden Oceanospirillales, como el clado SAR86, o las bacterias del filo Deferribacterias que en el golfo Ártabro aparecen asociadas a los máximos subsuperficiales de fitoplancton que se producen en verano. Las Rhodobacterales (Alphaproteobacterias) se encuentran en aguas superficiales alejadas de la costa y con bajas concentraciones de nutrientes. La presencia de estas bacterias, al igual que la de Flavobacterias (Bacteroidetes) o de *Prochlorococcus* (Cyanobacteria) en el golfo Ártabro refleja la gran influencia que tienen los episodios de afloramiento durante el verano, introduciendo masas de agua oceánica en la costa.

Tabla 1: Número de géneros y abundancia absoluta de OTUs de bacterias del filo Proteobacteria identificadas en el plancton del golfo Ártabro.

Filo	Clase	Orden	géneros	OTU
Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Caulobacteriales	3	3
		Rhizobiales	6	7
		Rhodobacterales	7	41
		Rhodospirillales	2	32
		Rickettsiales	1	26
		Sphingomonadales	2	2
	Betaproteobacteria	Burkholderiales	5	7
		Hydrogenophilales	1	1
		Methylophilales	0	5
		Neisseriales	0	1
		Nitrosomonadales	1	1
	Deltaproteobacteria	Bdellovibrionales	3	7
		Desulfobacterales	1	2
		Myxococcales	0	1
	Epsilonproteobacteria	Campylobacterales	1	4
	Gammaproteobacteria	Alteromonadales	9	34
		Oceanospirillales	9	81
		Pseudomonadales	2	8
		Salinisphaerales	0	3
		Thiotrichales	1	3
		Vibrionales	3	4
Xanthomonadales		1	4	

De entre las bacterias que se han podido identificar a nivel de especie, las más abundantes pertenecen también al filo Proteobacteria, seguidas de otras de los filos Actinobacteria y Bacteroidetes (Tabla 2). El inventario de bacterias marinas del golfo Ártabro no ha identificado hasta el momento ninguna especie que sea un patógeno conocido de vertebrados. Sin embargo se han identificado los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Flavobacterium*, *Listeria*, *Photobacterium* y *Vibrio*, que tienen algunas especies que causan enfermedades en el hombre o los peces. Tampoco se han identificado enterobacterias (orden Enterobacterales), probablemente porque el muestreo no ha incluido las aguas más someras y próximas a la costa (menos de 1 km).

Este primer inventario de las bacterias planctónicas con técnicas de identificación de última generación sugiere que la diversidad total de bacterias deberá incrementarse notablemente cuando se amplíe el estudio a otras épocas del año y se consideren todos los ambientes costeros, incluyendo el interior de las rías. Con respecto al inventario más completo de Galicia (Teira *et al.* 2017a) que identificó 95 géneros y 17 especies, en el golfo Ártabro se ha encontrado el

Tabla 2: Especies dominantes de bacterias planctónicas identificadas en el golfo Ártabro. Se indica la abundancia absoluta de cada OTU (Abundancia de OTUs). Para cada especie se indica el identificador del National Center for Biotechnology Information (NCBI).

Especies	identificador NCBI	Abundancia de OTUs
Proteobacteria		
<i>Nereida ignava</i>	282199	152
<i>Burkholderia cepacia</i>	87882	130
<i>Micavibrio aeruginosavorus</i>	349221	35
<i>Litoricola marina</i>	646532	7
<i>Alishewanella jeotgali</i>	545533	1
<i>Lytechinus variegatus</i>	7654	1
Actinobacteria		
<i>Micrococcus yunnanensis</i>	566027	68
Bacteroidetes		
<i>Tenacibaculum discolor</i>	361581	68
<i>Marivirga sericea</i>	1028	1
Firmicutes		
<i>Listeria fleischmannii</i>	1069827	7
Tenericutes		
<i>Mycoplasma iguanae</i>	292461	7

24% de los géneros y otros 79 géneros no citados anteriormente en la región. Esto es sólo una pequeña muestra de las más de 2000 especies aceptadas hasta el momento en el inventario del océano global (WoRMS Editorial Board 2018).

Es esperable una diversidad elevada de bacterias marinas ya que la mayor parte de los grupos encontrados cubren un amplio espectro de funciones metabólicas que les permiten aprovechar la gran variedad de fuentes de materia orgánica existentes en el golfo, por una parte consecuencia del crecimiento del fitoplancton como respuesta al enriquecimiento de nutrientes por el afloramiento, y por otra por los aportes de materia orgánica y detritus desde la costa. Asimismo, ciertas bacterias presentan capacidad para fijar también carbono inorgánico. En el caso de algunos filotipos específicos se ha podido comprobar su actividad metabólica en el golfo Ártabro (Teira *et al.* 2017b; Guerrero-Feijoo *et al.* 2018).

5. Ciliados

Los ciliados planctónicos son organismos unicelulares de un tamaño entre 5 y 200µm que se caracterizan por tener unas estructuras filiformes (cilios) que les permiten desplazarse y alimentarse. Sus características morfológicas son muy variadas ya que algunos presentan caparzones (lóricas) y diferentes disposiciones de los cilios, pero en general tiene formas esféricas, elipsoidales o cilíndricas. Hasta el momento se han registrado en aguas del golfo Ártabro 62

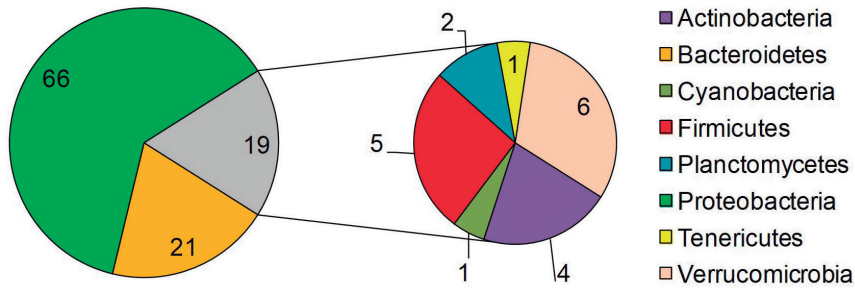


Figura 3: Número de géneros de los principales grupos taxonómicos (filos) de bacterias planctónicas identificados en el golfo Ártabro.

taxones de ciliados planctónicos pertenecientes a 5 clases y 8 órdenes. De estos taxones, 57 fueron determinados a nivel de especie, la mayor parte de los órdenes Choreotrichida y Oligotrichida (Fig. 3). Los Choreotrichida tienen los cilios dispuestos en forma de corona completa en torno a la boca e incluyen especies que tienen lóricas, como *Eutintinnus franknoi* o *Favella ehrenbergii*, pero también especies desnudas como *Pelagostrobilidium spirale* o *Leegardiella sol* (Fig. 4). Las especies de Choreotrichida que han presentado las mayores abundancias son *Lohmanniella oviformis*, *Ascampbelliella armilla* y *Tintinnopsis beroidea* (Tabla 3). Los Oligotrichida no tienen lóricas y sus cilios se distribuyen en forma de collar y solapas en torno a la boca. Un ejemplo es *Paratontonia gracillima* (Fig. 4) aunque las mayores abundancias del orden se han registrado para las especies del género *Strombidium*, como *S. epidemum* y *S. conicum*, así como para *Laboea strobila* (Tabla 3). Las especies identificadas representan probablemente una pequeña muestra de la diversidad total de ciliados, ya que su pequeño tamaño y la similitud de formas y detalles anatómicos limita enormemente su identificación exclusivamente por caracteres morfológicos. Es de esperar que en un futuro inmediato puedan aplicarse técnicas genómicas para ampliar el catálogo de especies, como se hace con las bacterias.

Tabla 3: Especies más abundantes de ciliados planctónicos registradas en el golfo Ártabro. Se indica la abundancia máxima (cél./L).

Especies	autoridad	Máximo
<i>Lohmanniella oviformis</i>	Leegaard, 1915	8750
<i>Ascampbelliella armilla</i>	(Kofoid & Campbell, 1929)	7805
<i>Tintinnopsis beroidea</i>	Stein, 1867	5775
<i>Strombidium epidemum</i>	Lynn, Montagnes & Small, 1988	3500
<i>Strombidium conicum</i>	(Lohmann, 1908) Wulff, 1919	1925
<i>Laboea strobila</i>	Lohmann, 1908	1925

El conocimiento de la diversidad de ciliados en Galicia y, en general en todas las aguas ibéricas del Atlántico, es muy reducido. El registro del golfo Ártabro incluye el 79% de las especies registradas en Galicia (Varela *et al.* 2017), la totalidad de las identificadas en aguas costeras, pero esto sólo representa una mínima parte de las 2683 especies registradas en todo el océano (WoRMS Editorial Board 2018).

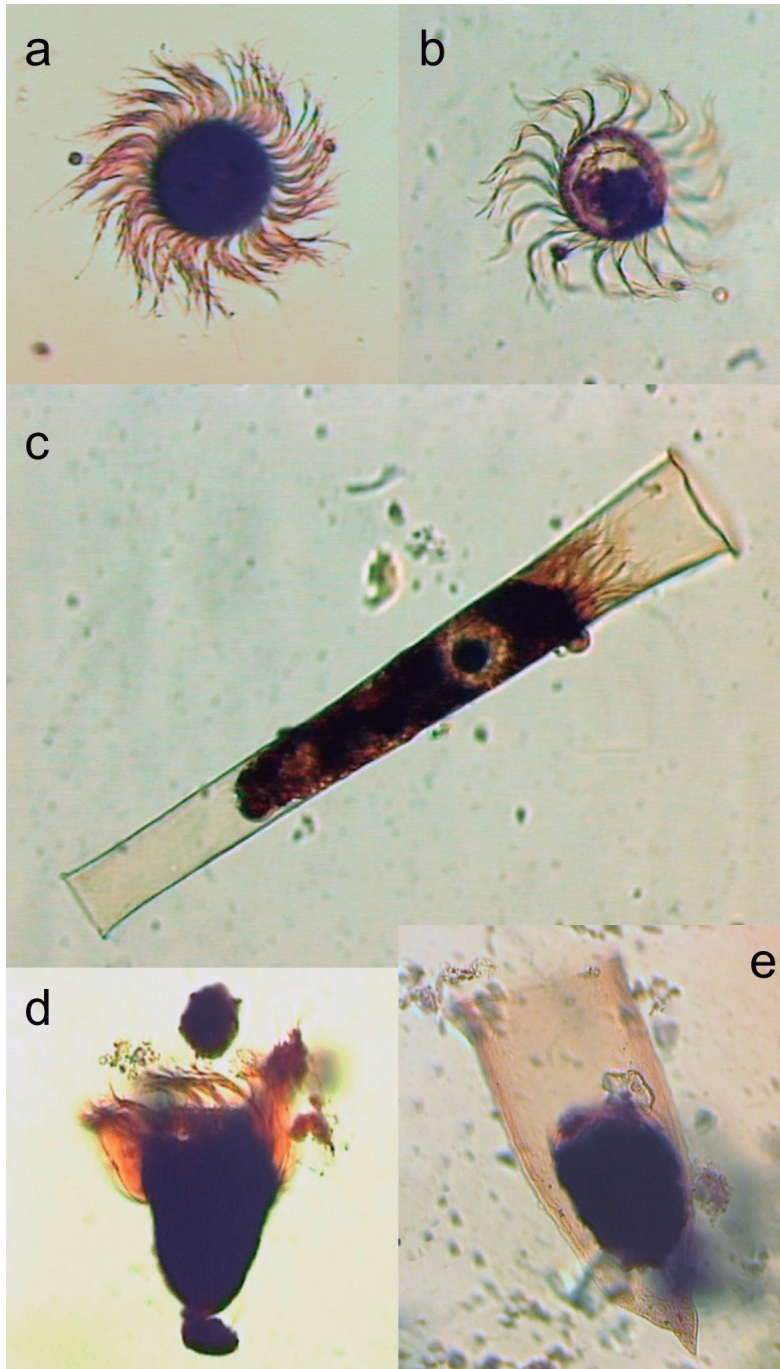


Figura 4: Fotografías de ciliados planctónicos del golfo Ártabro. a: *Pelagostrobilidium spirale*, b: *Leegardie-lla sol*, c: *Eutintinnus fraknoi*, d: *Paratontonia gracillima*, e: *Favella ehrenbergii*. Fotografías: C. Fernández.

La mayor parte de los ciliados del golfo Ártabro pueden considerarse predadores de bacterias, otros ciliados y pequeño fitoplancton flagelado (alimentación heterótrofa), así como consumidores de detritus (alimentación detritívora). No obstante, algunas especies como *P. gracillima*, *Pseudotontonia cornuta* y *L. strobila* son capaces de realizar la fotosíntesis si hay iluminación suficiente, gracias a los cloroplastos que conservan de sus presas o simbiontes del fitoplancton. A este último tipo de alimentación se le denomina mixótrofa. Finalmente, se ha identificado a una especie, *Mesodinium rubrum*, que depende casi completamente de la fotosíntesis (alimentación fotoautótrofa) y que en algunas partes de Galicia llega a formar “mareas rojas” debido a su color pardo-rojizo en los momentos de gran proliferación. Estas proliferaciones de *M. rubrum* no tienen asociadas toxinas y, aunque podrían llegar a afectar a los peces y otros organismos tras su descomposición (Romalde *et al.* 1990), hasta el momento no se han registrado abundancias elevadas de esta especie en el golfo Ártabro.

6. Fitoplancton

Varios grupos de microalgas, junto con las cianobacterias (*Prochlorococcus* y *Synechococcus*), constituyen los principales productores primarios del plancton de los océanos ya que realizan la fotosíntesis. Son organismos unicelulares de tamaño generalmente entre 2µm y varios milímetros que poseen cloroplastos con pigmentos fotosintéticos. A menudo se agrupan en colonias en forma de cadenas o estructuras helicoidales muy variadas. Pertenecen a diversas clases taxonómicas, pero los principales grupos son las diatomeas (Bacillariophyceae) y los dinoflagelados (Dinophyceae). Las primeras se caracterizan por poseer una cubierta silíceo (frústula) con dos partes (tecas) que encajan entre si y protegen la célula. La forma de las frústulas es muy variada y sirve como carácter identificador de las especies. Algunos ejemplos de diatomeas que se encuentran en el golfo Ártabro son *Chaetoceros decipiens*, *Synedra nitzschoides*, *Eucampia striata* y *Lauderia pumila* (Fig. 5). Las diatomeas son muy abundantes en aguas costeras y en zonas de afloramiento, especialmente en las rías, donde hay elevadas concentraciones de nutrientes. No disponen de flagelos para desplazarse por las aguas pero si pueden controlar hasta cierto punto su posición mediante variaciones en la densidad de su citoplasma (p. ej.

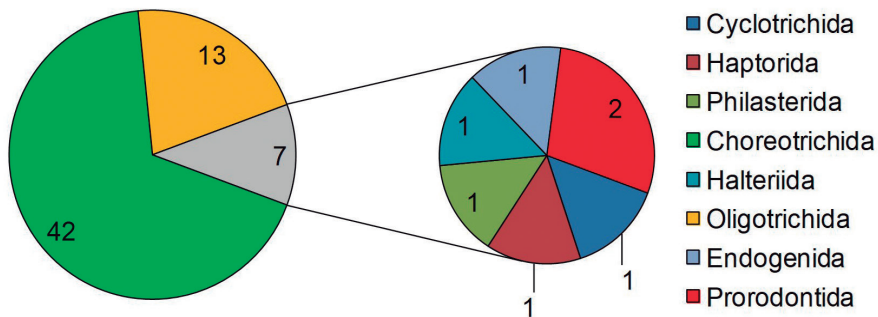


Figura 5: Número de categorías de menor nivel taxonómico (ver texto) de los principales grupos (órdenes) de ciliados planctónicos identificados en el golfo Ártabro.

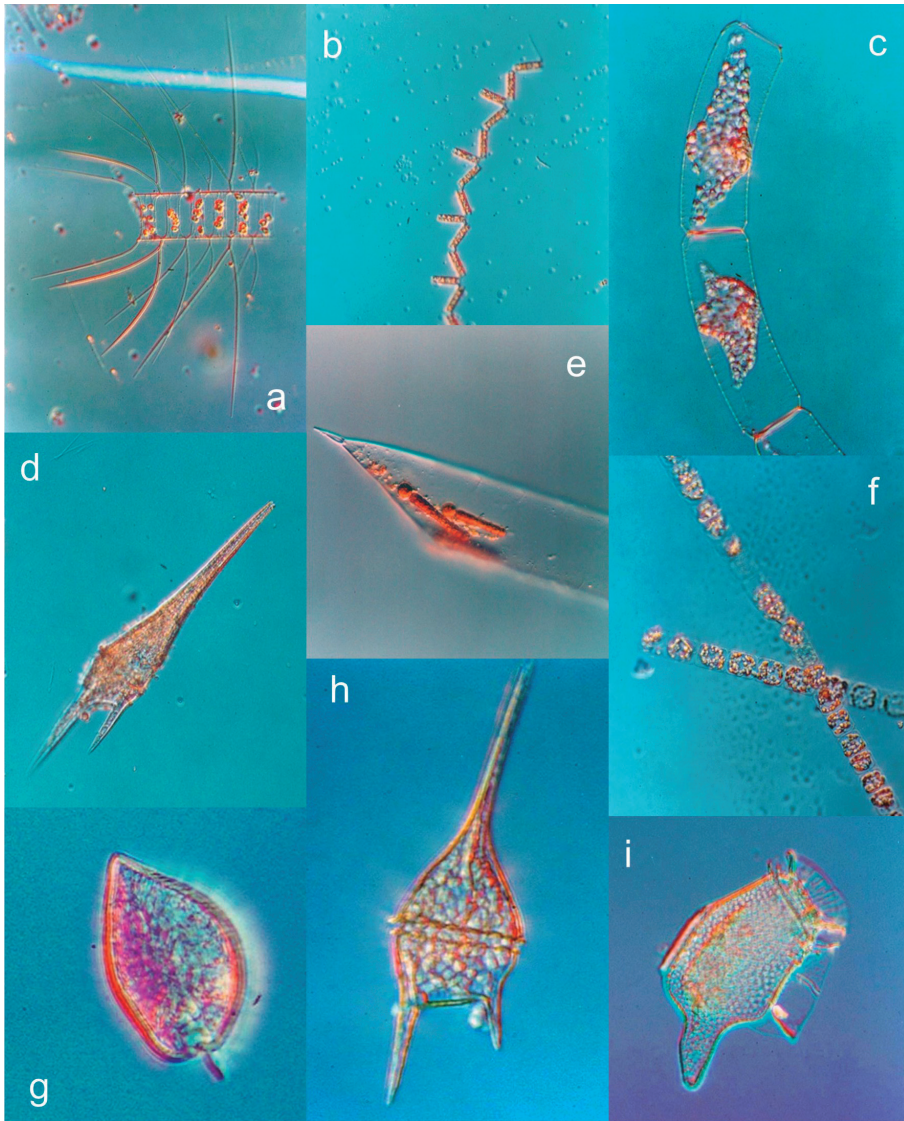


Figura 6: Fotografías de fitoplancton del golfo Ártabro. a: *Chaetoceros decipiens*, b: *Synedra nitzschoides*, c: *Eucampia striata*, d: *Tripos furca*, e: *Proboscia alata*, f: *Lauderia pumila*, g: *Prorocentrum micans*, h: *Tripos lineatus*, i: *Dinophysis caudata*. Fotografías: M. Varela y J. Lorenzo.

almacenando o eliminando determinadas sustancias) o anclándose a los torbellinos de agua con ayuda de prolongaciones de las frústulas y la formación de colonias. En contraste, los dinoflagelados se caracterizan por poseer flagelos que utilizan para desplazarse. Generalmente son dos flagelos desiguales que se alojan en hendiduras dispuestas de forma transversal en la célula. Algunos dinoflagelados poseen un caparazón rígido (teca) compuesto de placas de celulosa y con ornamentaciones características que permiten la identificación de especies. *Tripos furca*, *T. lineatus*, *Prorocentrum micans* y *Dinophysis caudata* son ejemplos de dinoflagelados tecados del

golfo Ártabro (Fig. 6). Otros dinoflagelados tienen una cubierta celular más débil, que puede deformarse y no permite distinguir tantos detalles morfológicos como en los anteriores, lo que dificulta su identificación. Los dinoflagelados son también abundantes en las aguas marinas, especialmente en determinados momentos en los que compiten con ventaja con las diatomeas por los nutrientes, incluso dando lugar a proliferaciones que pueden resultar tóxicas para otros organismos e incluso para el hombre. Además de estos grupos hay otros que tienen especies planctónicas pero que generalmente alcanzan abundancias mucho menos que los anteriores.

En el golfo Ártabro se han reconocido 158 especies de fitoplancton, además de otras 76 categorías que no se pudieron determinar hasta ese nivel. El grupo con mayor número de especies identificadas ha sido el de las diatomeas (Bacillariophyceae) con 83 especies, seguido de los dinoflagelados (Dinophyceae) con 67 especies (Fig. 7). Además se han identificado especies de otras 4 clases taxonómicas. Las diatomeas con las mayores abundancias registradas son *Chaetoceros socialis*, *Leptocylindrus danicus* y *Thalassiosira levanderi*, con más de 8000 cél./mL, aunque otras 3 especies han superado 1000 cél./mL (Tabla 4). Los dinoflagelados más abundantes han sido *Katodinium glaucum* y *Prorocentrum micans*, con más de 1000 cél./mL, seguidos por otras especies con abundancias máximas generalmente inferiores a 500 cél./mL. De las demás clases sólo *Phaeocystis pouchetii* ha alcanzado abundancias máximas comparables.

A diferencia de otros grupos, se conoce bastante bien la diversidad de especies de fitoplancton (especialmente de diatomeas y dinoflagelados) de las costas ibéricas atlánticas en general y del golfo Ártabro en particular. Los inventarios para Galicia registran un total de 104 especies de diatomeas y dinoflagelados (Arbones *et al.* 2017; Froján *et al.* 2017) de las que el 29% se encuentran también en el golfo Ártabro, pero en estos inventarios no se recogen otras 46 especies que sin embargo aparecen en estas aguas. Algo similar se observa al comparar el registro de especies del golfo con el de las costas de Portugal (Moita y Vilarinho 1999), donde se ha encontrado el 15% de las especies de diatomeas y dinoflagelados que aparecen en el golfo sin contar otras 44 especies adicionales no registradas en aquellas aguas. Esto indica que, a pesar de que es esperable una cierta homogeneidad en la composición del fitoplancton a escala regional, debido a las corrientes marinas, existe un elevado componente de variabilidad local aún no bien explorado, como evidencia el elevado número de especies del golfo Ártabro que aún no han sido incorporadas a los inventarios regionales. Así, el registro actual de especies de diatomeas del golfo duplica las especies registradas hace 20 años en toda Galicia (Varela 1991). En todo caso, el número de especies identificadas en el golfo Ártabro representa sólo el 3% de las registradas a escala del océano global (WoRMS Editorial Board 2018).

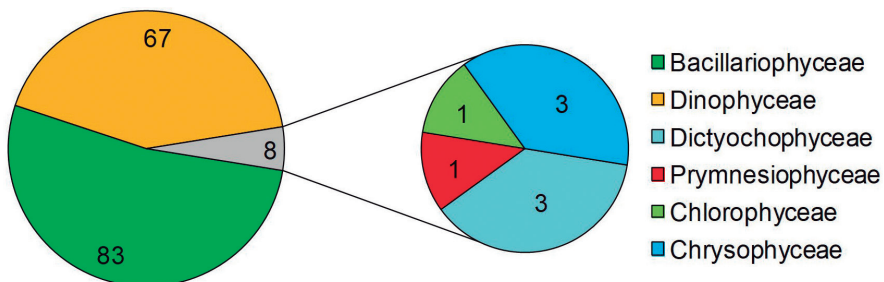


Figura 7: Número de especies de los principales grupos taxonómicos (clases) de fitoplancton identificados en el golfo Ártabro.

Tabla 4: Especies más abundantes de fitoplancton registradas en el golfo Ártabro. Se indica la abundancia máxima (cél/mL).

Especies	Autoridad	Máximo
Bacillariophyceae		
<i>Chaetoceros socialis</i>	H.S.Lauder, 1864	15390
<i>Leptocylindrus danicus</i>	Cleve, 1889	9149
<i>Thalassiosira levanderi</i>	van Goor, 1924	8800
<i>Skeletonema costatum</i>	(Greville) Cleve, 1873	7200
<i>Chaetoceros compressus</i>	Lauder, 1864	2464
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	(Grunow ex P.T. Cleve, 1897) Hasle, 1993	1984
Dinophyceae		
<i>Katodinium glaucum</i>	(Lebour) Loeblich III, 1965	1335
<i>Prorocentrum micans</i>	Ehrenberg, 1833	1335
<i>Prorocentrum balticum</i>	(Lohmann, 1908) Loeblich, 1970 [Krakhmalny & Terenko, (2002)]	613
<i>Heterocapsa niei</i>	(Loeblich III, 1968) Morrill & Loeblich III, 1981	360
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	(Stein) Balech ex Loeblich III, 1965	249
<i>Tripos lineatus</i>	(Ehrenberg) Gómez, 2013	197
Prymnesiophyceae		
<i>Phaeocystis pouchetii</i>	(M.P. Hariot, 1892) G. Lagerheim, 1896	1400

De entre las especies identificadas hay 6 que pueden producir efectos nocivos en otros organismos o incluso en el hombre, sin embargo todas ellas no suelen alcanzar elevadas abundancias en el golfo Ártabro. *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* y *D. caudata* son productoras de toxinas de tipo lipofílico que están asociados a episodios de toxicidad en Galicia (Blanco *et al.* 2005). Otras especies, como *P. tricornutum*, *Protoperidinium crassipes* o *Chaetoceros convolutus*, pueden ser potencialmente tóxicas, especialmente si lograsen alcanzar elevadas abundancias (Sar *et al.* 2002; Granéli y Turner 2006), lo que no ha ocurrido hasta ahora en el golfo Ártabro.

En toda la costa gallega se producen proliferaciones de fitoplancton durante la mayor parte del año, pero especialmente en el periodo en el que el afloramiento está más activo (marzo a octubre). En el golfo Ártabro han sido definidas varias fases en la sucesión anual del fitoplancton, siguiendo las variaciones estacionales en los aportes de nutrientes y radiación solar a la capa superficial de agua (Casas *et al.* 1999). Durante el periodo invernal (diciembre a marzo), en el que la columna de agua se mezcla completamente sobre la plataforma continental, el fitoplancton presenta generalmente baja concentración de células y la comunidad está compuesta por una mezcla de especies perennes, diatomeas y dinoflagelados de pequeño tamaño, diatomeas y dinoflagelados, así como especies bentónicas que son resuspendidas. En la primavera (marzo a junio), al aumentar la radiación solar como consecuencia del crecimiento de los días y el menor ángulo de incidencia del sol, se producen las primeras proliferaciones del año. Además, los pulsos de afloramiento empiezan a ser de mayor intensidad en esta época y ayudan a mantener tasas elevadas de crecimiento del fitoplancton. En estas proliferaciones de primavera dominan

las diatomeas formadoras de cadenas o de gran tamaño celular, especialmente *Ch. socialis*, *Ch. curvisetus*, *Asterionellopsis glacialis*, *Detonula pumila* y *Lauderia annulata*. En el verano (julio a setiembre) se producen también proliferaciones frecuentes de fitoplancton debidas al afloramiento. Estas proliferaciones se caracterizan por una elevada abundancia de células de fitoplancton que está dominado también por diatomeas formadoras de cadenas, como *Skeletonema costatum*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *P. pungens*, *Ch. socialis* y *L. danicus*. Estos episodios de afloramiento, aunque muy continuados durante todo el verano, dejan periodos de incipiente estratificación de las aguas, lo que permite el establecimiento de una comunidad diversa con una mayor presencia de dinoflagelados como *Gyrodinium spirale*, *Heterocapsa niei*, *P. micans* y *Scrippsiella trochoidea*. Durante el otoño (octubre-diciembre) se pueden producir también proliferaciones dominadas por diatomeas como *Ch. socialis*, *L. danicus*, *P. pungens* y *Thalassiosira levanderi*, aunque también se registra la presencia de dinoflagelados como *Tripus lineatus*, *T. furca*, *Ceratium fusus*, *H. niei* o *S. trochoidea*. En resumen, la comunidad de fitoplancton del golfo Ártabro presenta una elevada diversidad de especies. Aún en los momentos de mayor crecimiento en los que unas pocas especies presentan elevadas abundancias sigue existiendo una comunidad compuesta por múltiples especies que sobreviven debido a los elevados aportes de nutrientes por el afloramiento y la mezcla de aguas.

7. Zooplancton

El mesozooplancton considerado en este inventario abarca una gran variedad de organismos, generalmente pluricelulares (metazoos) pero también algunos unicelulares de tamaño relativamente grande (mayor de 200µm). Sin embargo, por su mayor abundancia destaca el filo Arthropoda, especialmente los crustáceos y particularmente los copépodos (clase Copepoda), que presentan una elevada diversidad (Fig. 8). En el golfo Ártabro se han identificado organismos de 12 filos diferentes, con un total de 136 taxones de menor nivel (Fig. 9). El menor nivel taxonómico determinado depende de cada grupo. Así en el caso de los copépodos se ha llegado a determinar 63 especies (Tabla 5), mientras que en otros grupos como los moluscos o cnidarios la determinación se ha hecho a nivel de orden o incluso de clase. Debe tenerse en cuenta que muchos de los ejemplares recogidos son larvas o juveniles en los que es difícil la separación de especies por características morfológicas ya que éstas no están tan desarrolladas como en los adultos. La mayor parte de las especies de copépodos identificados pertenecen a los órdenes Calanoida y Poecilostomatoida. Ejemplo de los primeros son *Acartia clausi*, *Centropages chierchiae*, *Candacia armata* y *Paraeuchaeta hebes*, mientras que *Oncaea media* y *Sapphirina angusta* son especies representativas de los segundos (Fig. 8).

Entre el holoplancton se encuentran organismos gelatinosos como medusas (Cnidaria) y sifonóforos (Ctenophora) o salpas (Chordata), gusanos poliquetos (Annelida), quetognatos (Chaetognatha) y organismos unicelulares como los radiolarios (Sarcomastigophora) y foraminíferos (Foraminifera), pero sobre todo crustáceos (Arthropoda) de los grupos Copepoda, Euphausiacea, Cladocera (clase Branchiopoda) y Ostracoda. La comunidad se complementa en distintas épocas del año con el meroplancton, constituido por fases larvares de crustáceos, como los cirrípedos (Subclase Thecostraca), o los decápodos (orden Decapoda), larvas de moluscos bivalvos y gasterópodos (Mollusca), briozoos (Bryozoa), equinodermos (Echinodermata) así como huevos y larvas de peces. Por tanto, las mayores abundancias de mesozooplancton en el golfo se observan cerca de la costa en la primavera (marzo a mayo) y el otoño (septiembre a noviembre), cuando la mayor parte de los organismos del plancton y del bentos, así como los peces, producen una gran cantidad de larvas para aprovechar la elevada producción de

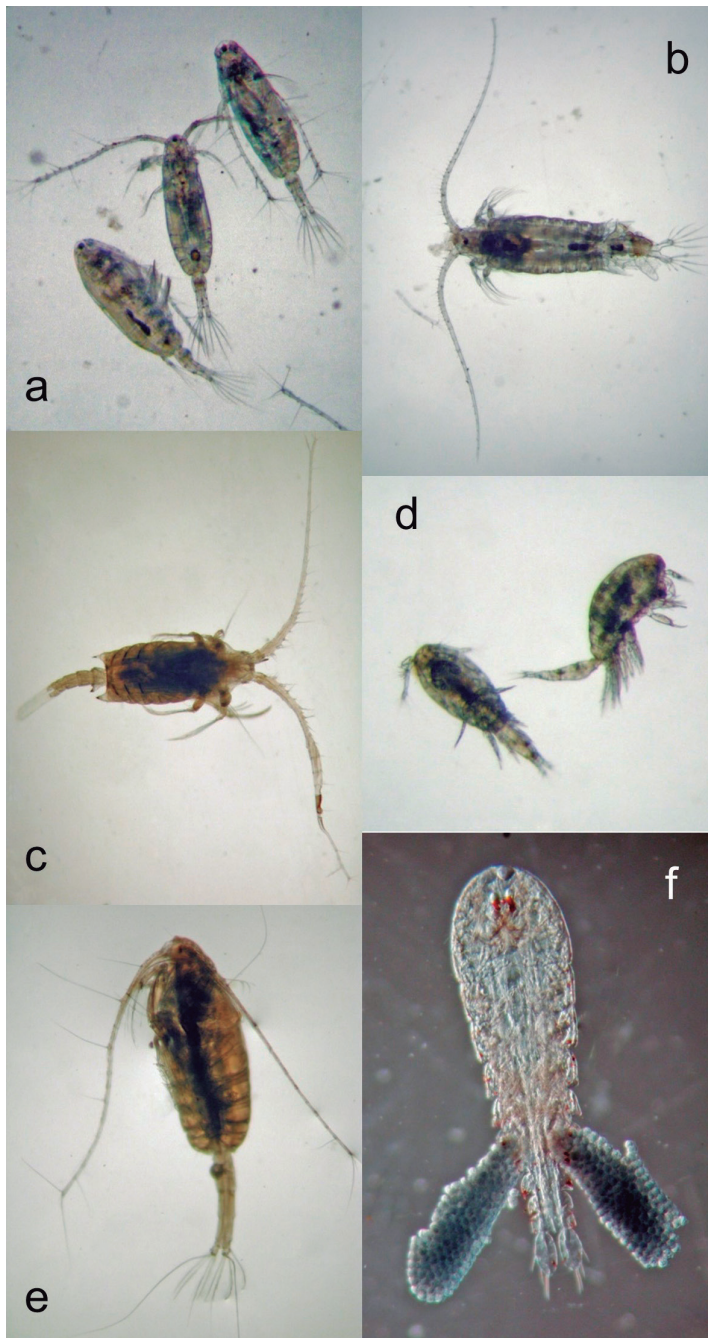


Figura 8: Fotografías de mesozooplankton (copépodos) del golfo Ártabro. a: *Acartia clausi*, b: *Centropages chierchiae*, c: *Candacia armata*, d: *Oncaea media*, e: *Paraeuchaeta hebes*, f: *Sapphirina angusta*. Fotografías: M.T. Álvarez-Ossorio, E. Rey y M.A. Louro.

Tabla 5: Número de especies y categorías taxonómicas de mayor nivel (taxones) de artrópodos del mesozooplankton registradas en el golfo Ártabro.

Filo	Clase	Subclase	Superorden	Orden	especies	taxones
Arthropoda	Branchiopoda	Phyllopoda		Diplostraca	5	5
	Hexanauplia	Copepoda	Gymnoplea	Calanoida	42	52
				Cyclopoida	3	4
			Podoplea	Harpacticoida	5	5
				Monstrilloida	0	1
				Poecilostomatoida	13	15
				Thecostraca		0
	Malacostraca	Eumalacos-traca	Eucarida	Decapoda	2	4
				Euphausiacea	0	1
			Peracarida	Amphipoda	0	1
				Isopoda	0	2
				Mysida	1	2
				Cumacea	0	1
	Ostracoda	Myodocopa		Halocyprida	3	4

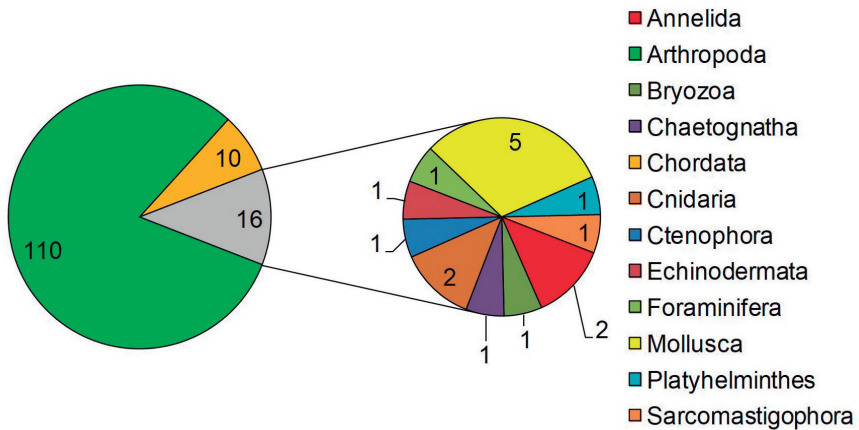


Figura 9: Número de categorías de menor nivel taxonómico (ver texto) de los principales grupos (filos) de mesozooplankton identificados en el golfo Ártabro.

fitoplancton (Valdés *et al.* 1991). Las especies del holoplancton con las mayores abundancias registradas son copépodos de pequeño tamaño (generalmente de menos de 1mm), como *Acartia clausi* u *Oncaea mediterranea*, o Cladóceros como *Evadne nordmanni* o *Podon intermedius*, seguidas por otras especies de crustáceos con abundancias mucho menores (Tabla 6).

La composición del mesozooplankton del golfo Ártabro, especialmente la de los copépodos presenta un carácter de transición entre las regiones oceánicas adyacentes debido a la influencia del afloramiento y la variedad de hábitats costeros (Bode *et al.* 2012b). Así se encuentran

Tabla 6: Especies más abundantes de mesozooplancton registradas en el Golfo Ártabro. Se indica la abundancia máxima (nº indiv./m³). No se incluyen las fases planctónicas de peces y organismos bentónicos.

Especies	Autoridad	Máximo
Copepoda		
<i>Acartia clausi</i>	Giesbrecht, 1889	12323
<i>Oncaea mediterránea</i>	(Claus, 1863)	5226
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	(Boeck, 1865)	3565
<i>Paracalanus parvus</i>	(Claus, 1863)	2059
<i>Calanus helgolandicus</i>	Claus, 1863	1857
<i>Temora longicornis</i>	(Müller O.F., 1785)	1499
Cladocera		
<i>Evadne nordmanni</i>	Lovén, 1836	1517
<i>Podon intermedius</i>	Lilljeborg, 1853	1408
<i>Evadne spinifera</i>	P.E.Müller, 1867	367
<i>Penilia avirostris</i>	Dana, 1849	19
<i>Pseudevadne tergestina</i>	(Claus, 1877)	14
Ostracoda		
<i>Discoconchoecia elegans</i>	(Sars, 1866)	17
<i>Mikroconchoecia curta</i>	(Lubbock, 1860)	5
<i>Conchoecissa imbricata</i>	(Brady, 1880)	3

tanto especies de amplia distribución regional (ej. *A. clausi*, *Calanus helgolandicus*, *Paracalanus parvus*), como otras típicas de aguas costeras (ej. *Centropages chierchiae*) u oceánicas (ej. *C. typicus*). Incluso se encuentran especies indicadoras de cambios en las propiedades de las masas de agua. Un ejemplo de estas últimas es *Temora stylifera*, especie de aguas cálidas que no había sido citada en el golfo Ártabro antes de 1990 y empieza a ser cada vez mas frecuente en estas aguas (Valdés *et al.* 2007).

La diversidad de copépodos, ostrácodos y cladóceros marinos se conoce bastante bien en Galicia, especialmente en la zona costera y en el interior de las rías (Miranda *et al.* 2017 a; b; Castro-Bugallo y Roura 2017). Sin embargo, este conocimiento es aún incompleto. El inventario para el golfo Ártabro, además de incluir 63 de las especies recogidas en el general de Galicia, añade otras 11 no registradas. Esto indica la importancia de la adaptación de las comunidades planctónicas a las condiciones locales y, por tanto, apoya la necesidad de un conocimiento local exhaustivo de la diversidad de las comunidades respectivas.

8. Conclusiones

Un inventario exhaustivo de la diversidad planctónica del golfo Ártabro es una herramienta fundamental para valorar el estado de los ecosistemas marinos y la sostenibilidad de sus recursos. Los estudios en esta zona son, hasta el momento, los más exhaustivos llevados a cabo en el plancton en esta región del Atlántico, ya que abarcan todos los niveles tróficos y grupos taxonómicos, desde las bacterias al zooplancton, además de extenderse varias décadas. Además,

los resultados indican que el golfo Ártabro es una zona de elevada diversidad, donde no sólo se encuentran el 24% de los géneros de bacterias, el 79% de las especies de fitoplancton y el 43% de las de zooplancton registradas en Galicia, sino que además el inventario actual añade otros 79 géneros de bacterias, 46 especies de fitoplancton y 11 de zooplancton a dicho registro. La actividad de estos organismos plantónicos resulta esencial para los ciclos biogeoquímicos de la biosfera. Merced al estudio de los organismos plantónicos en su ecosistema natural se han descubierto nuevas vías metabólicas que se desarrollan en los ecosistemas marinos.

9. Agradecimientos

Numerosos investigadores y técnicos han contribuido a construir el inventario de la diversidad planctónica del golfo Ártabro y que abarca más de 30 años de trabajo. Sin pretender hacer una lista exhaustiva queremos expresar nuestro reconocimiento a Manuel Varela, M^a Teresa Álvarez-Ossorio, María Jesus Campos, Jorge Lorenzo, Concha Fernández, Elena Rey, M^a Ángeles Louro y Tania Montes, así como a muchos otros colegas que en diversas fases del estudio han colaborado en esta empresa. Es obligado reconocer también el apoyo continuado del IEO, que ha permitido el establecimiento del programa RADIALES para monitorizar el funcionamiento del ecosistema pelágico a largo plazo.

10. Bibliografía

Arbones B., Froján M., Zúñiga D. y Figueiras F.G. (2017) Filo Ochrophyta (Microalgas). Clase Bacillariophyceae. En: Bañón R. (ed) *Inventario de la biodiversidad marina de Galicia: Proyecto LEMGAL*. Consellería do Mar, Xunta de Galicia., Santiago de Compostela, pp. 79-90.

Blanco J. (1985) Algunas características del fitoplancton de Lorbé (Ría de Ares y Betanzos) en primavera. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 2, 17-26.

Blanco J., Moroño A. y Fernández M.L. (2005) Toxic episodes in shellfish, produced by lipophilic phycotoxins: an overview. *Revista Galega de Recursos Mariños* (Monog) 1, 1-70.

Bode A., Álvarez-Ossorio M.T., Anadón R., González-Gil R., López-Urrutia A., Miranda A. y Valdés L. (2012a) Zooplancton. En: Bode A, Lavin A, Valdes L (eds) *Cambio climático y oceanográfico en el Atlántico del norte de España*, Vol 5. Instituto Español de Oceanografía, Madrid, pp. 221-253.

Bode A., Alvarez-Ossorio M.T., Miranda A., López-Urrutia A. y Valdés L. (2012b) Comparing copepod time-series in the north of Spain: spatial autocorrelation of community composition. *Progress in Oceanography* 97-100, 108-119.

Casas B., Varela M. y Bode A. (1999) Seasonal succession of phytoplankton species on the coast of A Coruña (Galicia, northwest Spain). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 15, 413-429.

Castro-Bugallo A. y Roura A. (2017) Filo Arthropoda. Subfilo Crustacea. Clase Ostracoda. En: Bañón R (ed) *Inventario de la biodiversidad marina de Galicia: Proyecto LEMGAL*. Consellería do Mar, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, pp. 442-446.

Estrada M. (1984) Phytoplankton distribution and composition off the coast of Galicia (north-west Spain). *Journal of Plankton Research* 6,417-434.

Froján M., Arbones B. y Figueiras F.G. (2017) Filo Myzozoa. Clase Dinophyceae. En: Bañón R (ed) *Inventario de la biodiversidad marina de Galicia: Proyecto LEMGAL*. Consellería do Mar, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, pp. 91-107.

Guerrero-Feijóo E., Nieto-Cid M., Sintés E., Dobal-Amador V., Hernando-Morales V., Álvarez M., Balagué V. y Varela M.M. (2017) Optical properties of dissolved organic matter relate to different depth-specific patterns of archaeal and bacterial community structure in the North Atlantic Ocean. *FEMS Microbiology Ecology* 93: doi: 10.1093/femsec/fw1224.

Guerrero-Feijoo E., Sintés E., Herndl G.J. y Varela M.M. (2018) High dark inorganic carbon fixation rates by specific microbial groups in the Atlantic off the Galician coast (NW Iberian margin). *Environmental Microbiology* 20, 602-611.

Granéli E. y Turner J.T. (2006) *Ecology of harmful algae. Ecological Studies* Vol 189. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 416 pp.

Malone T.C., Azzaro M., Bode A., Brown E., Duce R., Kamykowski D., Kang S.H., Kedong Y., Thorndyke M., Wang J., Park C., Calumpong H. y Eghtesadi P. (2017) Primary Production, Cycling of Nutrients, Surface Layer and Plankton. En: United Nations (ed) *The First Global Integrated Marine Assessment: World Ocean Assessment I*. Cambridge University Press, Cambridge, p 119-148.

Moita M.T. y Vilarinho M.G. (1999) Checklist of phytoplankton species off Portugal: 70 years (1929-1998) of studies. *Portugaliae Acta Biologica, Sér B Sist* 18, 5-50.

Miranda A., Álvarez-Ossorio M., Valdés L. y Casas G. (2017 a) Filo Arthropoda. Subfilo Crustacea. Clase Branchiopoda. En: Bañón R (ed) *Inventario de la biodiversidad marina de Galicia: Proyecto LEMGAL*. Consellería do Mar, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, pp. 437-441.

Miranda A., Álvarez-Ossorio M., Valdés L. y Casas G. (2017 b) Subclase Copépoda (pelágicos). En: Bañón R (ed) *Inventario de la biodiversidad marina de Galicia: Proyecto LEMGAL*. Consellería do Mar, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, pp. 448-458.

Romalde J.L., Toranzo A.E. y Barja J.L. (1990) Changes in bacterial populations during red tides caused by *Mesodinium rubrum* and *Gymnodinium catenatum* in North West Coast of Spain. *Journal of Applied Bacteriology* 68,123-132.

Santiago G.A., Garcia-de-la-Banda I., Mate M.P. y Chereguini M.O. (1976) Contribución al estudio de las especies de bacterias marinas. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 214, 3-17.

Sar E.A., Ferrario M.E. y Reguera B. (2002) *Floraciones Algas Nocivas en el Cono Sur Americano*. Instituto Español de Oceanografía, Madrid. 311 pp.

Teira E., Hernando-Morales V., Guerrero-Feijoo E. y Varela M.M. (2017a) Dominio Bacteria. En: Bañón R (ed) *Inventario de la biodiversidad marina de Galicia: Proyecto LEMGAL*. Consellería do Mar, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, pp. 37-47.

Teira E., Hernando-Morales V., Guerrero-Feijoo E. y Varela M.M. (2017b) Leucine, starch and bicarbonate utilization by specific bacterial groups in surface shelf waters off Galicia (NW Spain). *Environmental Microbiology* 19, 2379-2390.

Valdés L., Alvarez-Ossorio M.T., Lavin A., Varela M. y Carballo R. (1991) Ciclo anual de parámetros hidrográficos, nutrientes y plancton en la plataforma continental de La Coruña (NO, España). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 7, 91-138.

Valdés L., López-Urrutia A., Cabal J., Alvarez-Ossorio M., Bode A., Miranda A., Cabanas M., Huskin I., Anadón R., Alvarez-Marqués F., Llope M. y Rodríguez N. (2007) A decade of sampling in the Bay of Biscay: What are the zooplankton time series telling us? *Progress in Oceanography* 74, 98-114.

Varela M. (1991) Inventario das diatomeas planctónicas marinas de Galicia (Bacillariophyceae). Vol Inventarios IX. Seminario de Estudos Galegos. Edición do Castro. Sada. 58 pp.

Varela M., Lorenzo J., Mene L., Anadón R., Bode A. y Viesca L. (2012) Fitoplancton. En: Bode A, Lavin A, Valdes L (eds) Cambio climático y oceanográfico en el Atlántico del norte de España, Vol 5. Instituto Español de Oceanografía, Madrid, pp 177-198.

Varela M.M., Bode A., Fernandez C. y Campos M.J. (2017) Filo Ciliophora. En: Bañón R (ed) Inventario de la biodiversidad marina de Galicia: Proyecto LEMGAL. Consellería do Mar, Xunta de Galicia Santiago de Compostela, pp. 70-78.

WoRMS Editorial Board (2018) World Register of Marine Species. doi:10.14284/170. <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Consultado el 14 de febrero de 2018.

Zdanowski M.K. y Figueiras F.G. (1999) Colony forming bacteria in the estuarine upwelling ecosystem of Ria de Vigo, Spain: variability in abundance and their ecophysiological description. *Marine Ecology Progress Series* 182, 1-15.

Capítulo 4. Flora bentónica marina

Ignacio Bárbara¹, Viviana Peña¹, Verónica García Redondo¹, Pilar Díaz-Tapia^{1, 2} y Javier Cremades¹

¹ Grupo de Investigación BioCost, CICA & Facultad de Ciencias, Universidade da Coruña. 15071 A Coruña.

² Dirección actual: Centro Oceanográfico de A Coruña. Instituto Español de Oceanografía. Paseo Marítimo Alc. Fco. Vázquez, 10. 15001. A Coruña.

1. Introducción

Los estudios sobre algas marinas del golfo Ártabro comenzaron hace aproximadamente 200 años, gracias a diversas publicaciones entre las que destacan las de Alonso López (1820), Lange (1860), López Seoane (1866), Colmeiro (1867, 1889), Sauvageau (1867, 1897), Graells (1870), Lázaro Ibiza (1889) y Bescansa Casares (1948). La mayoría de estos trabajos se limitaban a la catalogación de especies y localidades, por lo que a finales de 1980 el número de especies conocidas se aproximaba a 150. En los últimos 25 años se ha incrementado considerablemente el conocimiento de la flora gracias a los estudios realizados desde las universidades de Santiago de Compostela y A Coruña. Actualmente se tiene un conocimiento más preciso de la flora y vegetación de este territorio y se dispone de un censo de especies más detallado.

En este capítulo se aporta una visión global y actualizada de la flora y vegetación bentónica marina del golfo Ártabro, atendiendo a su diversidad, biogeografía, singularidad florística, comunidades, amenazas, estado de conservación, así como sus usos y aplicaciones. Principalmente se ha utilizado la abundante información científica publicada en los últimos 25 años (ver capítulo de referencias bibliográficas), aunque también se aportan datos inéditos obtenidos por los autores.

Para la nomenclatura y taxonomía de las especies se ha seguido AlgaeBase (Guiry y Guiry 2021) y WoRMS (WoRMS Editorial Board 2017), pero se ha omitido la autoría de las especies con objeto de reducir la extensión del texto y facilitar su lectura.

2. Biodiversidad

Desde el punto de vista biogeográfico, Galicia se incluye en la subregión templado-cálida del Noroeste del Atlántico (Hoek y Breeman 1990), también conocida como la provincia lusitana (Hoek 1975). Se trata de un área geográfica rica en algas marinas (750 especies, Hoek y Breeman 1990), de las cuales se encuentran numerosos ejemplos en Galicia (692 especies, Bárbara *et al.* 2005, Bañón 2017). El golfo Ártabro alberga una gran diversidad de flora bentónica marina característica de Galicia y de la provincia lusitana, ya que están censadas 490 especies (Tabla 1). Curiosamente, a pesar de constituir un tramo litoral no muy extenso, la costa ártabra

Tabla 1. Censo de la flora bentónica marina en las rías del golfo Ártabro y Galicia. Fuentes principales: Bárbara Criado (1994), Bárbara y Cremades (1996), Bárbara *et al.* (2005, 2019), Bañón (2017), Calvo Marta (2001), Calvo y Bárbara (2002), Díaz-Tapia (2013), Díaz-Tapia y Bárbara (2005a), García-Redondo (2019), Granja *et al.* (1992), Peña Freire (2010), Peña y Bárbara (2002), así como datos inéditos y del herbario de la Universidad de Santiago de Compostela (SANT).

	A Coruña	Ares y Betanzos	Ferrol	golfo Ártabro	Galicia
Cyanophyta	32	25	23	59	126
Ochrophyta	81	61	73	99	150
Rhodophyta	250	164	217	275	333
Chlorophyta	49	33	40	55	82
Tracheophyta	1	2	2	2	3
Total	413	285	355	490	694

contiene una excelente representación (70%) de las especies gallegas, probablemente debido al elevado número de hábitats existentes en relación a variaciones hidrodinámicas entre diferentes sectores de las tres rías y a la alternancia de sustratos rocosos, arenosos, fangosos, etc. Tampoco hay que olvidar el esfuerzo de muestreo y las numerosas investigaciones ficológicas realizadas en los últimos años, las cuales han dado a conocer nuevas especies para la ciencia y aportado novedosa información sobre la distribución de muchas de ellas.

En el golfo Ártabro cabe destacar la existencia de una buena representación de la flora y vegetación marina característica de aguas frías del atlántico europeo, hallándose numerosas especies que encuentran su límite meridional de distribución en la costa gallega y norte de Portugal (Bárbara *et al.* 2005, Araújo *et al.* 2009). Entre las especies de aguas frías destacan diversas algas pardas de gran tamaño y formadoras de comunidades bentónicas (*Ascophyllum nodosum*, *Chorda filum*, *Desmarestia aculeata*, *Fucus serratus*, *Halidrys siliquosa*, *Himanthalia elongata*, *Laminaria hyperborea*, *Saccharina latissima*), también otras algas pardas de menor porte y epífitas de las primeras (*Elachista flaccida*, *E. scutulata*, *Herponema velutinum*, *Litosiphon laminariae*, *Pylaiella littoralis* y *Spongonema tomentosum*), así como diversas especies de xantofíceas pertenecientes al género *Vaucheria*. Entre los representantes de aguas frías también son comunes las algas rojas (*Ceramium shuttleworthianum*, *Chondrus crispus*, *Dilsea carnosa*, *Gaillona seposita*, *Mastocarpus stellatus*, *Plumaria plumosa*, *Vertebrata lanosa*) y las verdes (*Acrosiphonia arcta*, *Prasiola stipitata*), pero con una menor proporción relativa frente a las algas pardas. Además de estas especies de aguas frías, el golfo Ártabro alberga una variada flora templado-cálida representada en su mayoría por especies de algas rojas de pequeño porte como *Amphiroa van-bossea*, *Aphanocladia stichidiosa*, *Ceramium callipterum*, *Gayliella mazoyeriae*, *Neurocaulon foliosum*, *Leptosiphonia schousboei*, *Ophidocladus simpliciusculus*, *Peyssonnelia coriacea*, *Pleonosporium flexuosum*, *Plocamium raphelisanum*, *Polysiphonia polyspora*, *Tiffaniella capitata* y *Vertebrata hypnoides*, aunque también están presentes algas pardas como *Cutleria adspersa* y *Padina pavonica*.

Una importante característica biogeográfica del golfo Ártabro es el elevado número de endemismos lusitanos; tanto de algas pardas (*Bifurcaria bifurcata*, *Desmarestia dudresnayi*, *Gongolaria baccata*, *Laminaria ochroleuca*, *Phyllariopsis brevipes* subsp. *pseudopurpurascens*, *P. purpurascens*), como de algas rojas (*Ahnfeltiopsis pusilla*, *Callithamnion tetricum*, *Chondracanthus teedei* var. *lusitanicus*, *Chondria scintillans*, *Cordylecladia erecta*, *Drachiella spectabilis*, *Erythrogloussum lusitanicum*, *Grateloupia lanceola*, *Haraldiophyllum bonnemaisonii*, *Lampisiphonia iberica*, *Laurencia pyramidalis*, *Lithophyllum artabricum*, *Polyneura bonnemaisonii*, *Pseudopolyides furcellarioides*, *Ptilothamnion sphaericum*) y de algas verdes (*Codium tomentosum* var. *mucronatum*, *Ulva ardreana*). Algunas de estas especies han sido objeto de detallados trabajos en los que se dan a conocer aspectos propios de la biología y reproducción, como por ejemplo en *E. lusitanicum* y *P. sphaericum* (Díaz-Tapia y Bárbara 2005b, 2011, Díaz-Tapia *et al.* 2009), o estudios de la estructura genética de las poblaciones de algunas especies como *A. pusilla* y *G. lanceola* (Couceiro *et al.* 2011, Maneiro *et al.* 2011). Cabe destacar que cuatro especies (*Lampisiphonia iberica*, *Lithophyllum artabricum*, *Polysiphonia delicata* y *P. radiata*) tienen sus localidades tipo en las rías de A Coruña y de Ferrol. A escala ibérica, destacan especies como *Antithamnionella multiglandulosa*, *Calliblepharis hypneoides*, *Dictyopteris lucida*, *Lampisiphonia iberica*, *Lithophyllum artabricum*, *Lophosiphonia simplicissima*, *Nothokallymenia crouaniorum* y *Pseudopolyides furcellarioides* (Fig. 1) por haber sido recientemente descritas y/o estar presentes en el Atlántico ibérico (Bárbara *et al.* 2012, 2013 a-b, 2016, Díaz-Tapia y

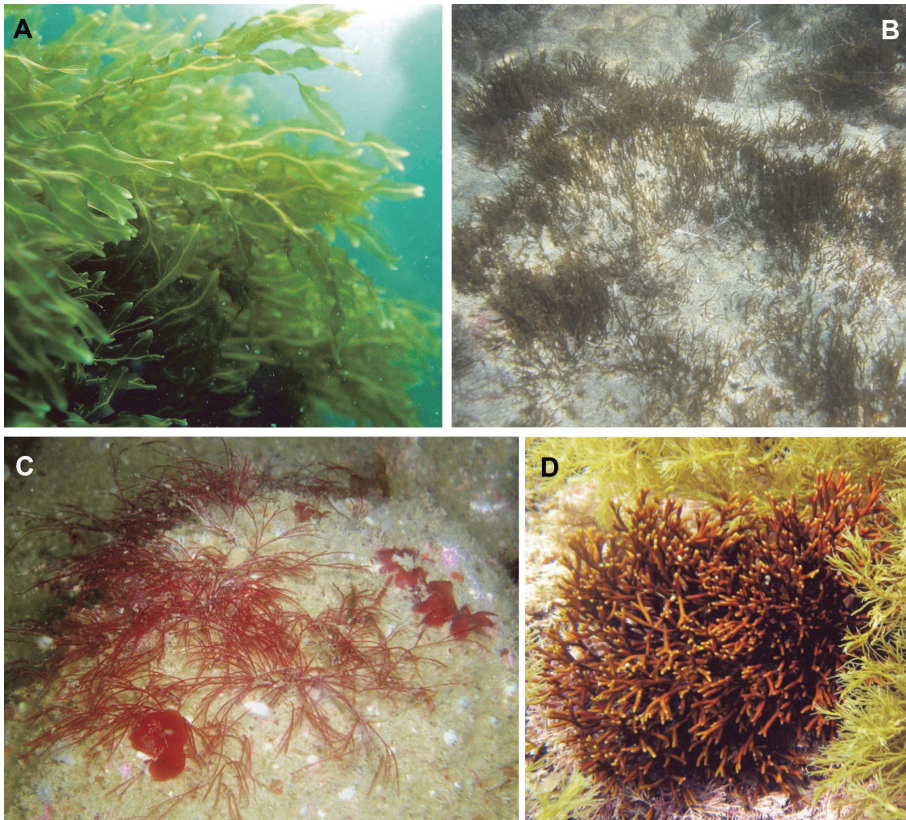


Figura 1. Endemismos ibéricos en el golfo Ártabro. A, *Dictyopterus lucida* en rocas del submareal; B, *Calliblepharis hypneoides* junto a *Rhodothamniella floridula*, sobre rocas con arena en el submareal; C, *Lampisiphonia iberica*, junto a *Neurocaulon foliosum*, en el submareal inferior (El Grelle, Ría de A Coruña); D, *Pseudopopyides furcellarioides* junto a *Gongolaria baccata* sobre rocas del submareal.

Bárbara 2013, Díaz-Tapia *et al.* 2013, Peña y Ruiz de Gauna 2021, Ribera Siguán *et al.* 2005, Robuchon *et al.* 2014, Secilla *et al.* 2006).

En el contexto gallego, una singularidad a tener en cuenta son las especies exclusivas del golfo Ártabro o que tienen una baja representación en el resto del Galicia (Fig. 2). En este grupo, destacan algas pardas (*Arthrocladia villosa*, *Asperococcus scaber*, *Chorda filum*, *Elachista intermedia*, *Hincksia intermedia*, *Kuckuckia spinosa*, *Petalonia zosterifolia*, *Striaria attenuata*), algas rojas (*Aglaothamnion cordatum*, *A. feldmanniae*, *Ceramium cimbricum*, *Dermocorynus montagnei*, *Gayliella mazoyerae*, *Gloiocladia repens*, *Grateloupia lanceola*, *Griffithsia opuntioides*, *Meredithia microphylla*, *Nothokallymenia crouaniorum*, *Polysiphonia delicata*, *P. fibrata*, *Seirospora interrupta*, *Vertebrata furcellata*) y algas verdes (*Derbesia marina* fase *Halicystis ovalis*). Todas estas especies han sido dadas a conocer en diversos artículos en los que se comentan sus características morfológicas y las localidades en las que se encuentran (Bárbara y Cremades 1990, 1993, 2004, Bárbara *et al.* 2005, 2006, 2008, 2012, 2015, 2016, Díaz-Tapia *et al.* 2017, Granja *et al.* 1992, López Varela *et al.* 2002, Peña y Bárbara 2003, Pérez-Cirera *et al.* 1989a-b).

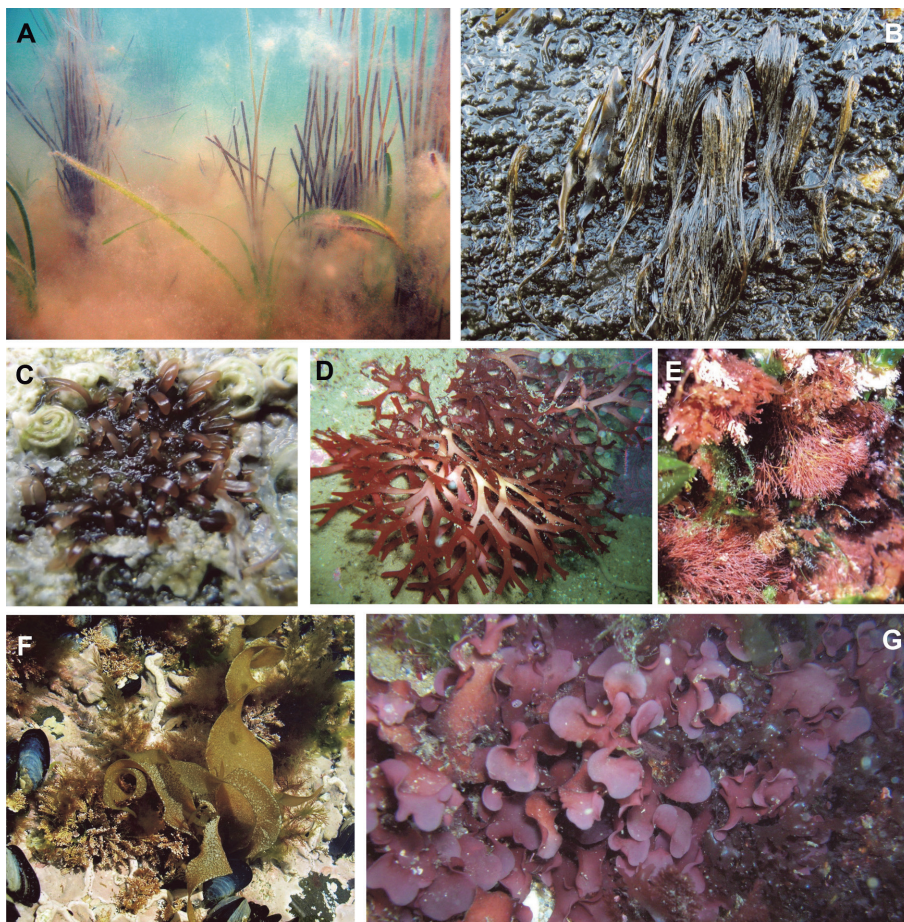


Figura 2. Especies singulares y de interés corológico presentes en el golfo Ártabro. A, *Chorda filum* junto con *Zostera marina* en el submareal superior (ría de Ares); B, *Petalonia zosterifolia*, junto a *P. fascia*, sobre rocas expuestas y *Chthamalus stellatus* en el intermareal superior (ría de A Coruña); C, *Dermocorynus montagnei* sobre rocas y *Spirorbis borealis* en el intermareal medio (ría de A Coruña); D, *Gloiocladia repens* en el submareal de la ría de Ferrol; E, *Griffithsia opuntioides* en charcas rocosas del intermareal medio (ría de A Coruña); F, *Grateloupia lanceola* en charcas rocosas con coralináceas (ría de A Coruña); G, *Meredithia microphylla* en fondo rocoso submareal (ría de A Coruña).

Además de las especies nativas del golfo Ártabro y Galicia, otro aspecto a destacar es la gran representación de algas alóctonas (Tabla 2), que supera el 90% de las especies exóticas gallegas incluidas en Bárbara *et al.* (2005, 2008) y Cremades (2019). Desafortunadamente, algunas de estas algas (*Asparagopsis armata*, *Agarophyton vermiculophyllum*, *Caulacanthus okamurae*, *Grateloupia turuturu*, *Sargassum muticum* y *Codium fragile*) son invasoras, por lo que forman grandes biomásas y pueden llegar a afectar negativamente a las especies nativas (Fig. 3).

Tabla 2. Algas exóticas o criptogénicas en el golfo Ártabro (especies y estadios de ciclos de vida); las especies precedidas por un asterisco (*) están incluidas en el catálogo español de especies exóticas invasoras (BOE 2013). Fuentes principales: Baamonde López *et al.* (2007), Bárbara Criado (1994), Bárbara y Cremades (1996, 2004), Bárbara *et al.* (2005, 2014, 2019), Couceiro *et al.* (2011), Díaz-Tapia *et al.* (2017), Gallardo *et al.* (2016), Granja *et al.* (1992), Peña y Bárbara (2006), Pérez-Cirera *et al.* (1989c, 1991), Kirkendale *et al.* (2013), Vergés *et al.* (2013), así como datos inéditos y del herbario de la Universidad de Santiago de Compostela (SANT).

Rhodophyta
<i>*Agarophyton vermiculophyllum</i>
<i>Anothrichium furcellatum</i>
<i>Antithamnion densum</i>
<i>Antithamnionella spirographidis</i>
<i>Antithamnionella ternifolia</i>
<i>*Asparagopsis armata</i> y su fase esporofítica <i>Falkenbergia rufolanosa</i>
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> y su fase esporofítica <i>Trailiella intricata</i>
<i>Caulacanthus okamurae</i>
<i>Dasya sessilis</i>
<i>Dasysiphonia japonica</i>
<i>Grateloupia subpectinata</i>
<i>*Grateloupia turuturu</i>
<i>Lomentaria hakodatensis</i>
<i>Melanothamnus collabens</i>
<i>Melanothamnus harveyi</i>
<i>Plocamium cf. ovicorne</i>
<i>Polysiphonia delicata</i>
<i>Polysiphonia radiata</i>
<i>Pyropia leucosticta</i>
<i>Pyropia suborbiculata</i>
Ochrophyta
<i>Colpomenia peregrina</i>
<i>Dictyota cyanoloma</i>
<i>*Sargassum muticum</i>
<i>Scytosiphon dotyi</i>
<i>*Undaria pinnatifida</i>
Chlorophyta
<i>*Codium fragile</i>
<i>Ulva compressa</i>
<i>Ulva australis</i>
<i>Umbraulva dangeardii</i>



Figura 3. Algas bentónicas marinas invasoras en el golfo Ártabro. A, *Asparagopsis armata* en el submareal rocoso de *G. baccata* (San Pedro, ría de A Coruña); B, *Grateloupia turuturu* colonizando charcas rocosas intermareales (Isla Redonda, ría de A Coruña); C, *Agarophyton vermiculophyllum* sobre fango en partes internas de la ría (Fonteculler, ría A Coruña); D, *Sargassum muticum* invadiendo rocas del intermareal inferior (Bastiaqueiro pequeno, ría de A Coruña); E, *Caulacanthus okamurae* sobre *Mytilus* en el intermareal medio (Acea da Ama, ría de A Coruña); F, *Codium fragile*, sobre roca con arena en el intermareal inferior (O Pasaxe, ría de A Coruña).

3. Hábitats protegidos

3.1 Los fondos de maërl

Los fondos de maërl son depósitos de algas rojas calcáreas de vida libre y lento crecimiento (aprox. 1 mm año^{-1}), que pueden ser puros o mixtos con cascajo y guijarros, ocasionalmente con sedimento fino (arena, fango). La estructura tridimensional de estos depósitos genera un gran número de nichos ecológicos, por lo que se considera un hábitat marino de elevada diversidad y uno de los de mayor productividad en las costas atlánticas europeas. Los fondos

de maërl no aparecen expresamente citados, pero están contemplados dentro de otros hábitats del Anexo I de la Directiva Habitat 92/43/CEE; las dos principales especies formadoras de maërl (*Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnion corallioides*) sí que están especificadas en el Anexo V. Los fondos de maërl también están contemplados en la clasificación europea de hábitats EUNIS. Asimismo, en el *Catálogo de especies amenazadas de Galicia* (Bárbara *et al.* 2006, Decreto 88/2007, DOG 89), las dos especies de maërl -*P. calcareum* y *L. corallioides*- están consideradas “especies vulnerables”. En Galicia, los fondos de maërl se conocen localmente como “arena de coral”, “coral”, “arneste” o “brujal” y ocupan áreas del entorno de rías bajo el abrigo del oleaje, pero asociadas a zonas de corriente y también ensenadas, islotes y archipiélagos. En Galicia, se localizan en su mayoría en las Rías Baixas; así, los fondos de maërl del golfo Ártabro constituyen los más septentrionales para todo el norte peninsular hasta la región francesa de La Rochelle.

En el golfo Ártabro, los fondos de maërl son escasos y se encuentran únicamente en la ría de Ferrol (Fig. 4), con tres áreas de extensión aproximada de 0.17 km², y una profundidad de 8-21 m. Estos cuatro bancos se localizan en la parte media de la ría, en el canal central



Figura 4. Distribución de los fondos de maërl y las praderas *Zostera* en el golfo Ártabro. Maërl vivo (en rojo; sin rellenar el fondo de maërl muerto de Batería de San Cristobal), *Zostera marina* (verde) y *Z. noltei* (azul).

(entre Punta del Vispón y Punta Redonda), cara sur (oeste de Punta San Martín) y en la cara norte (este de Castillo San Felipe, Batería de San Cristobal), este último constituido casi en su totalidad por maërl muerto y fundamentalmente por cascajo (Fig. 4). Los fondos de maërl requieren un umbral mínimo de velocidad de corriente para su óptimo desarrollo y soportan baja sedimentación. Basándose en datos hidrológicos disponibles, los rangos de intensidad de corriente mareal en áreas con maërl en la Ría de Ferrol se estiman en aprox. $0.17-0.5 \text{ m s}^{-1}$. La cobertura general de maërl es baja (<50% cobertura), mientras que la ratio de maërl vivo/muerto es variable (p. ej. 0.04 km^2 con 76-100% de maërl vivo); la capa viva de maërl, sin embargo, no suele superar 1 cm de espesor. El tamaño de los individuos de maërl no suele superar 2 cm (1.5-1.7 cm, tamaño medio) y la morfología es discoidal, la cual se relaciona con áreas de corriente. En la ría de Ferrol se encuentran las dos especies consideradas mayoritarias en Europa (*Lithothamnion corallioides* y fundamentalmente *Phymatolithon calcareum*), sin embargo está ausente la tercera más representativa en Galicia (*Phymatolithon lusitanicum*, Peña *et al.* 2015), así como otra exclusiva en la ría de Arousa (*Mesophyllum sphaericum*, Peña *et al.* 2011).

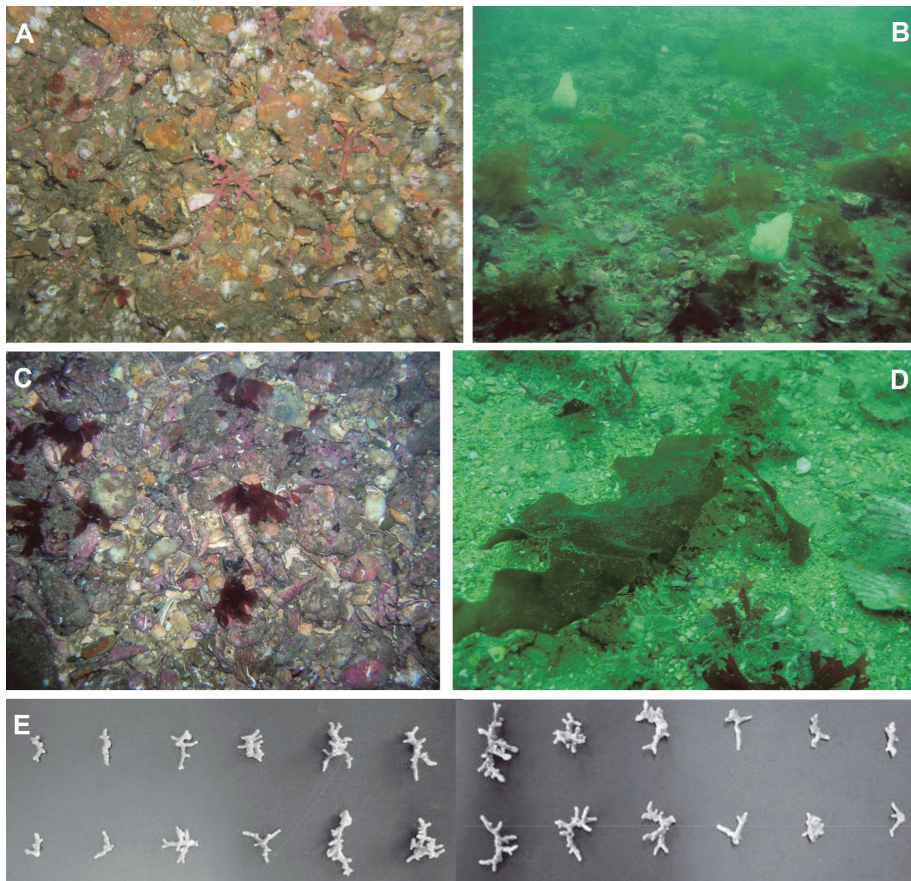


Figura 5. Maërl y cascajo en la ría de Ferrol. A y B, Fondo submareal (12 m) entre Punta del Vispón y Punta Redonda; C, con *Stenogramma interruptum*; D, *Desmarestia dudresnayi* y *Gloiocladia repens*, E, variación morfológica de los individuos de maërl.

En los fondos de maërl de la Ría de Ferrol se han registrado 75 especies de algas asociadas (29% total flora asociada del maërl en Galicia), entre las que destaca la especie de distribución mediterránea *Contarinia peyssonneliaeformis*. Otras especies asociadas son *Acrosorium ciliolatum*, *Bryopsis hypnoides*, *Metacallophyllis laciniata*, *Cruoria cruoriiiformis* (exclusiva de fondos de maërl), *Cutleria multifida* (*Aglaozonia parvula stadium*), *Desmarestia dudresnayi*, *Erythroglossum laciniatum*, *Gloiocladia repens*, *Gracilaria gracilis*, *G. multipartita*, *Peyssonnelia dubyi*, *Pterosiphonia complanata*, *Pterothamnion plumula*, *Stenogramma interruptum*, *Symphyocodiella parasitica*, *Tiffaniella capitata* y *Ulvaria obscura* (Fig. 5). En cuanto a la fauna asociada, la diversidad malacológica registrada en la localidad Punta del Vispón y Punta Redonda (9 m) ascendió a 66 especies, siendo los Gasterópodos el grupo más representativo, y el poliplacóforo *Callochiton septemvalvis* más abundante con relación a otros biotopos de esta misma ría (Urgorri *et al.* 1992). Mediante criterios de relevancia y singularidad, los fondos de maërl localizados al oeste de Punta San Martín y en el canal central entre Punta del Vispón y Punta Redonda fueron propuestos como áreas susceptibles de ser incluidas en zonas de protección (Peña y Bárbara 2009); en particular, el fondo de maërl próximo a Punta San Martín está parcialmente incluido dentro del LIC Costa Ártabra. Ambos tienen interés marisqueero, se solapan con la distribución de especies de bivalvos (ej. *Pecten maximus*) y están incluidos o se sitúan muy próximos a los bancos marisqueeros submareales de O Vispón y Ría de Ferrol.

3.2 Praderas marinas de *Zostera* spp.

Las praderas marinas son comunidades formadas principalmente por angiospermas que están enraizadas al sustrato y se reproducen de forma tanto sexual como vegetativa. Se encuentran desde zonas intermareales con sedimentos fangosos hasta fondos submareales (5-10 m) con sedimentos arenosos. Albergan una elevada biodiversidad, ya que además de la fauna y flora que vive sobre el sustrato que generan las angiospermas, las praderas son un lugar idóneo donde muchas especies se refugian, reproducen o depositan sus puestas. Por otro lado, el entramado de rizomas retiene y estabiliza sedimentos. Además, la elevada producción de oxígeno, el secuestro de carbono, movilización de sales minerales, la utilización de nutrientes y la transformación y acumulación de sustancias tóxicas llevadas a cabo por las angiospermas marinas contribuye a la mitigación de los efectos del calentamiento global, la eutrofización y la contaminación costera.

Actualmente los hábitats de praderas marinas se encuentran protegidos por varias normativas. Han sido incluidos en la Directiva Hábitats, donde son considerados en tres hábitats de interés, ya sea el “Hábitat 1110” (bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda), “Hábitat 1140” (llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja) o “Hábitat 1160” (grandes calas y bahías poco profundas). Además, las praderas de fanerógamas forman parte de la Red Natura 2000. En la costa norte de la península Ibérica existen áreas protegidas colonizadas por estas praderas, las cuales incluyen figuras ZEPVN (Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales), ZEC (Zona de Especial Conservación) o RAMSAR (Humedal de importancia Internacional por la Convención RAMSAR). Por otro lado, la Directiva Europea Marco del Agua afecta también a las praderas marinas gallegas de manera indirecta, al designar como protegidas sus áreas de distribución. La presencia de praderas de fanerógamas marinas ha sido relevante a la hora de seleccionar algunos de estos lugares como espacios protegidos (Guillén y Otero 2015). En Galicia las praderas de angiospermas marinas se conocen comúnmente como “ceba”, “seba”, “xeba”, “xebe” o “xebra”. En Galicia, se localizan

en la mayoría de las rías siendo las Rías Baixas el sector con mayor extensión (Cacabelos *et al.* 2015b; García-Redondo *et al.* 2019b).

En el golfo Ártabro las especies de angiospermas formadoras de praderas son *Zostera marina* y *Z. noltei* (Fig. 6). Las praderas de *Zostera* del golfo Ártabro se localizan en dos hábitats diferentes. Por un lado, podemos encontrar praderas de *Z. noltei*, a veces formando praderas mixtas junto a *Z. marina*, en las partes medias e internas de las rías, colonizando hábitats intermareales y protegidos del oleaje, con sustrato de tipo fangoso o arenoso-fangoso. Por otro lado, podemos encontrar praderas de *Z. marina* en las zonas medias y externas de las rías, en el submareal somero, hasta 5 metros de profundidad, en sustrato arenoso, pero delimitado por rocas y algas pardas como *Laminaria ochroleuca* y *Gongolaria baccata*.

La palabra *Zostera* proviene del término griego “zoster” que significa “cinta”. *Zostera marina* y *Z. noltei* se diferencian principalmente en su morfología y hábitat en el que se desarrollan. *Zostera marina* posee hojas con una anchura de 5-8 mm y 30-60 cm de longitud, mientras que *Z. noltei* tiene hojas menores (6-30 cm) y más estrechas (0.5-1.5 mm). Por otro lado, *Z. marina* posee 5-11 nervios longitudinales mientras que *Z. noltei* posee hasta 3 nervios. Ambas especies se reproducen predominantemente de forma vegetativa, mediante crecimiento clonal de módulos que son morfológica y genéticamente idénticos. Además se reproducen de forma sexual mediante la formación de flores y frutos (Fig. 6).

Las praderas marinas del golfo Ártabro albergan una alta diversidad florística (132 especies de macroalgas marinas), que supone el 19% del total de la flora de Galicia. En las poblaciones de

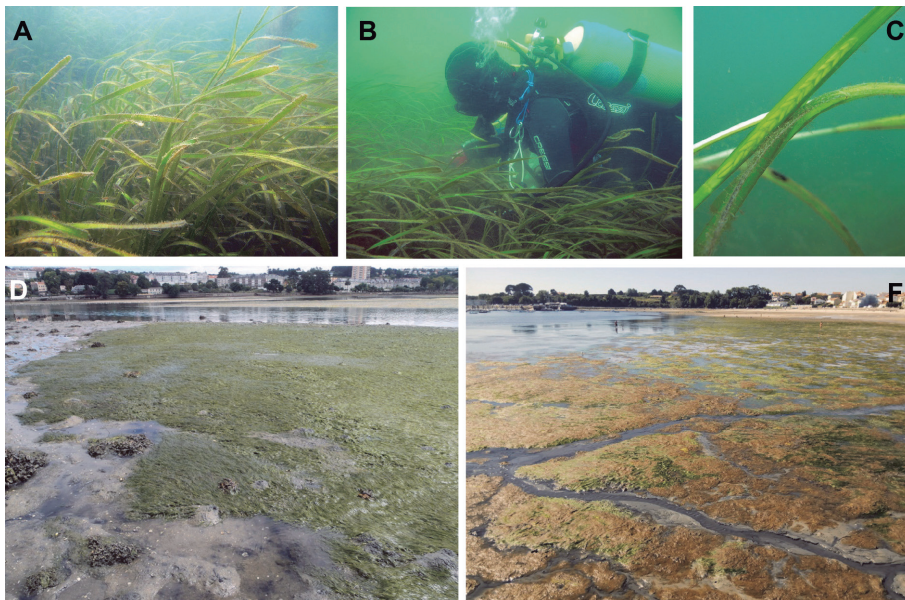


Figura 6. Praderas de *Zostera* en el golfo Ártabro. A y B, Praderas submareales de *Zostera marina*; C, Flores de *Z. marina* (San Felipe, ría de Ferrol); D, Pradera intermareal de *Zostera noltei* (Fonteculler, ría de A Coruña); E, Pradera intermareal mixta de *Zostera marina* y *Z. noltei* (playa de Sada, ría de Betanzos).

Zostera marina, las especies con mayores coberturas son *Ulva australis*, *U. rigida*, *U. clathrata*, *Gracilaria gracilis*, *Ceramium secundatum*, *Dictyota dichotoma* y *Cutleria multifida* (Fig. 7). Algunas son especies epifitas exclusivas de las hojas de *Zostera marina*, como *Cladosiphon zosterae*, *Pneophyllum fragile* y *Rhodophysema georgei* (García-Redondo et al. 2019a), mientras que otras epifitas no son exclusivas, como *Ectocarpus fasciculatus*, *E. siliculosus* o *Feldmannia mitchelliae*. En las praderas de *Z. marina* del golfo Ártabro se han encontrado varias especies alóctonas como *Dasyisiphonia japonica*, *Dasya sessilis*, *Bonnemaisonia hamifera*, *Plocamium* cf. *ovicorne* y *Ulva australis* (García-Redondo 2019). En las praderas de *Z. noltei* la diversidad de macroalgas marinas es menor y pueden aparecer colonizadas por *Fucus ceranoides* var. *limicola* (especie autóctona de vida libre), el alga invasora *Agarophyton vermiculophyllum*, así como diversas especies de ulváceas (Fig. 7). En el golfo Ártabro las praderas de *Z. marina* actúan como área de refugio y de cría para diferentes especies, algunas de ellas de interés pesquero

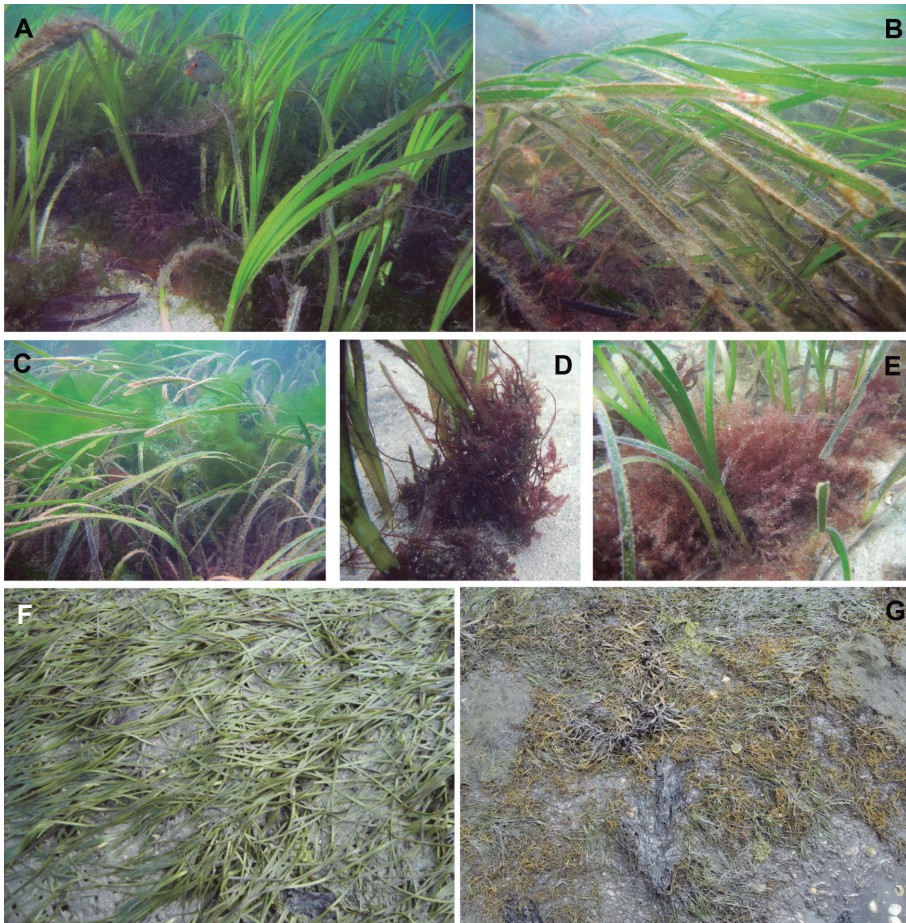


Figura 7. Macroalgas en las praderas de *Zostera* en el golfo Ártabro. A y B, Pradera de *Z. marina* con coberturas elevadas de algas en el sustrato y epifitas; C-E, algas alóctonas en la pradera de *Z. marina*, C, *Ulva australis* en la parte superior de la pradera; D, *Bonnemaisonia hamifera* y E, *Dasyisiphonia japonica* en la base; F y G, Praderas de *Zostera noltei*, junto a *Fucus ceranoides* var. *limicola* y *Agarophyton vermiculophyllum*.

o marisquero como la vieira (*Pecten maximus*), la sepia (*Sepia officinalis*), que utiliza los haces de *Z. marina* para realizar sus puestas, o la nécora (*Necora puber*), que utiliza la estructura tridimensional de las praderas como refugio.

En el golfo Ártabro existen praderas de *Zostera marina* en la parte externa de la ría de Ferrol y las playas de Ares, Redes, Sada y Gandarío (Fig. 4). Además hay praderas mixtas de *Z. marina* y *Z. noltei* en las playas de Ares y Sada (García Redondo *et al.* 2019b). Las praderas puras de *Z. noltei* están relegadas a la zona interna de la ría de Ferrol (A Malata, ensenada de A Gándara y do Baño), en la zona interna de la ría de Betanzos (Bergondo, O Pedrido, marisma de Betanzos, playa de Ponte do Porco) y la marisma de Miño, así como en la zona interna de la ría de A Coruña (O Pasaxe, Fonteculler, Acea de Ama y O Burgo). Las praderas de *Z. noltei* tienen una extensión total de 240 ha en el golfo Ártabro, mientras que las praderas de *Z. marina* ocupan una extensión de 5 ha. Las praderas de *Z. noltei* son de mayor tamaño, mientras que *Z. marina* suele formar pequeñas manchas y que debido a su hábitat submareal pueden pasar fácilmente desapercibidas.

4. Especies protegidas

Dos especies, *Griffithsia opuntioides* y *Petalonia zosterifolia*, están incluidas en el catálogo de especies en peligro de extinción o vulnerables de la Xunta de Galicia (Bárbara *et al.* 2006, Consellería de Medio Ambiente 2007). La única población conocida de *G. opuntioides* en Galicia se encuentra en el golfo Ártabro (Isla Castelo, Oleiros) y constituye el límite norte de distribución de la especie. Es más común en aguas cálidas y la población más próxima se encuentra en el Sur de Portugal (Ardré 1970). Por el contrario, *Petalonia zosterifolia* es más común en aguas frías del Atlántico Norte y en Galicia sólo se conocen tres poblaciones, dos de las cuales (Seixo Branco, Islas de San Pedro) se ubican en el golfo Ártabro.

Griffithsia opuntioides (Fig. 8). La única población conocida de Galicia fue encontrada por primera vez en 1988 (Pérez-Cirera *et al.* 1989b) y se encuentra en un hábitat muy particular, pequeñas charcas rocosas del intermareal medio que se están protegidas de la luz solar directa por resaltes rocosos. Esta población se ha mantenido al menos durante más de 30 años. Se ha confirmado su presencia en 1989, 2004, 2005, 2009, 2013 y 2020 (Pérez-Cirera *et al.* 1989b, Bárbara Criado 1994, Bárbara y Cremades 1996, Bárbara *et al.* 1995, 2006, Díaz-Tapia 2009, obs. pers.). Aunque la presencia de la especie es estable, su abundancia fluctúa a lo largo del tiempo. Generalmente presenta un desarrollo más elevado durante los meses de verano, mientras que durante el invierno la población se reduce. Durante el verano del año 2008 (julio) la población mostró un desarrollo extraordinariamente elevado, alcanzando grandes coberturas dentro de las charcas. Sin embargo, durante el verano de 2009 la población presentó un desarrollo muy escaso, encontrando sólo algunos ejemplares aislados dentro de las charcas. En los últimos años (2015-2017, obs. pers.) no se ha podido encontrar la especie, por lo que se pensaba que había desaparecido de Galicia. Afortunadamente, en verano de 2020 se volvió a encontrar la población original por lo que se confirma nuevamente la presencia de la especie. *Griffithsia opuntioides* nunca ha sido recolectada en Galicia con estructuras reproductoras, por lo que esta población presumiblemente se mantiene por propagación vegetativa.

Petalonia zosterifolia (Fig. 9). La población del Seixo Branco (Ría de A Coruña) fue la primera que se dio a conocer en Galicia tras su registro en 1989 (Bárbara y Cremades 1990). No fue hasta 1998 cuando se descubrió una segunda población en Punta Sagrado, Ría de Muros-Noia

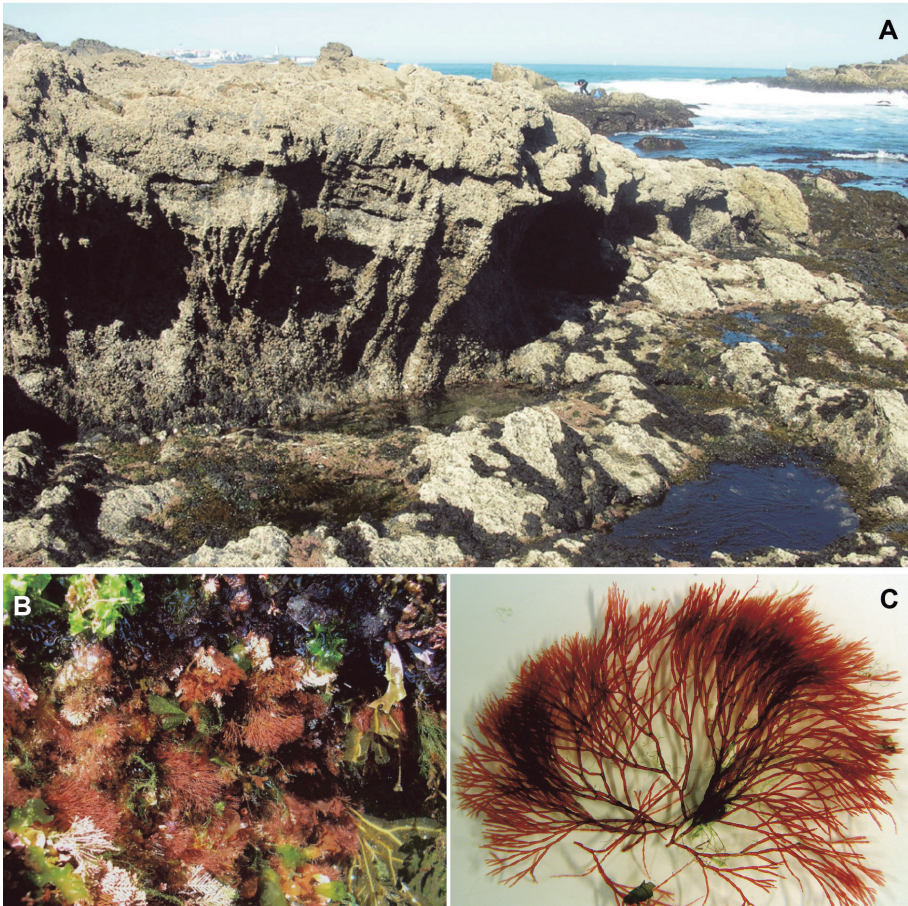


Figura 8. *Griffithsia opuntiooides* en el golfo Ártabro. A, Charcas rocosas del intermareal medio con en la que se encuentra confinada la especie; B, Densos recubrimientos en los bordes de la charca (2008); C, hábito.

(Bárbara *et al.* 2002). Más recientemente, en 2009, se encontró una tercera población en las Islas de San Pedro, A Coruña (Díaz-Tapia 2009). En Galicia, *P. zosterifolia* se desarrolla en hábitats muy concretos: paredes verticales del intermareal superior de localidades con una exposición al oleaje muy elevada donde convive con el crustáceo cirrípedo *Chthamalus stellatus*. Es una especie muy exigente en cuanto a las características del hábitat, ya que nunca ha sido recolectada en Galicia fuera de los ambientes anteriormente descritos. *Petalonia zosterifolia* forma densas poblaciones en dos de las tres localidades conocidas de Galicia (Seixo Branco y Punta Sagrado); mientras que en las Islas de San Pedro se han encontrado unos pocos individuos aislados. Presenta un ciclo de vida heteromórfico en el que alternan esporófitos macroscópicos y gametófitos microscópicos. Las poblaciones aparentes (esporófitos) presentan una marcada estacionalidad y se desarrollan durante los meses de invierno-primavera. La población del Seixo Branco se mantiene estable y la presencia de *P. zosterifolia* ha sido confirmada en los años 1989, 1992, 1996, 2004, 2009, 2012 y 2013 (Bárbara y Cremades 1990, Bárbara Criado 1994, Bárbara y Cremades 1996, Bárbara *et al.* 1995, 2006, Díaz-Tapia 2009, obs. pers.). En todos los años que se ha visitado la localidad se ha podido observar una elevada cobertura de *P. zosterifolia*.

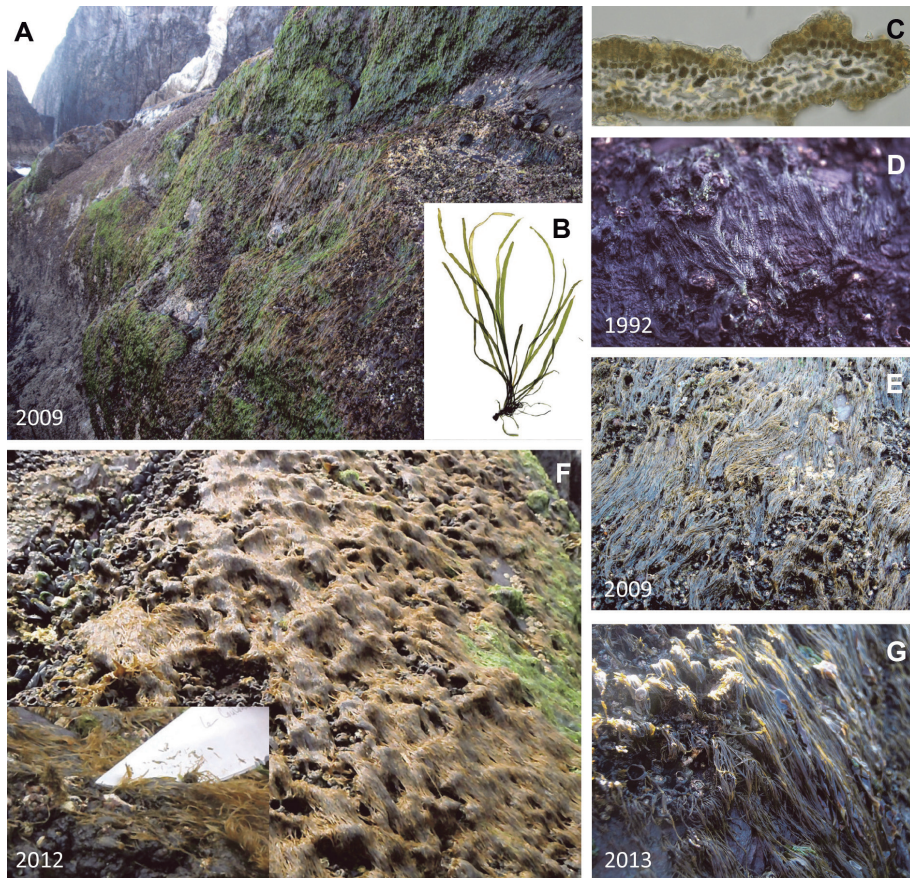


Figura 9. *Petalonia zosterifolia* en el golfo Ártabro. A, D-G, Población del Seixo Branco (1992-2013); B, hábito; C, sección transversal con cistes pluriloculares.

5. Localidades de interés

En este apartado se muestran localidades de interés florístico en el golfo Ártabro (Fig. 10) atendiendo a una alta diversidad y buena representación de la vegetación, así como presencia de especies singulares o de interés biogeográfico. Las 10 localidades seleccionadas contienen una amplia representación de la flora marina, ya que albergan 387 especies (33 Cyanophyta, 230 Rhodophyta, 78 Ochrophyta, 44 Chlorophyta, 2 Tracheophyta) de un total de 490 especies censadas en el golfo Ártabro (Tabla 1). En la tabla 3 se indican el número de especies de cada localidad y el reparto según los principales grupos florísticos, así como una selección de especies singulares existente en cada localidad.

Las localidades de Barrañán y Ártabra (Figs. 10, 11) albergan 157 especies, repartidas en 111 y 149 especies, respectivamente (Tabla 3). El interés de Barrañán y Ártabra radica en que las rocas de la playa contienen una buena representación de la vegetación marina de sustratos ro-



Figura 10. Localidades de interés en el golfo Ártabro.

Tabla 3. Localidades de interés en el golfo Ártabro y especies singulares: (1) Barrañán, (2) Ártabra, (3) San Pedro, (4) San Antón, (5) Isla Castelo, (6) Seixo Branco, (7) Dexo, (8) Marisma de Betanzos, (9) Ares, (10) San Felipe. Fuentes principales: Bárbara Criado (1994), Calvo Marta (2001), Calvo y Bárbara (2002), Díaz-Tapia y Bárbara (2005a), Díaz Tapia (2013), Granja *et al.* (1992), Peña y Bárbara (2002), así como datos inéditos y del herbario de la Universidad de Santiago de Compostela (SANT).

Localidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cyanophyta	5	5	7	5	6	4	3	26	2	4
Rhodophyta	73	103	124	78	136	52	97	6	26	105
Ochromphyta	20	27	33	31	41	27	29	14	18	26
Chlorophyta	13	14	20	23	18	13	10	15	7	12
Tracheophyta	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1
Total	111	149	184	137	201	96	139	62	55	148
Especies singulares										
<i>Ahnfeltiopsis pusilla</i>			+							
<i>Asperococcus bullosus</i>									+	
<i>Bangia fuscopurpurea</i>						+				
<i>Calliblepharis hypneoides</i>	+	+								

Localidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Ceramium callipterum</i>							+			
<i>Chorda filum</i>									+	
<i>Cordylecladia erecta</i>							+			
<i>Dermocorynus montagnei</i>					+					
<i>Dictyopteris lucida</i>					+					
<i>ErythroGLOSSUM lusitanicum</i>		+	+							
<i>Fucus serratus</i>				+	+					+
<i>Gaillona seposita</i>						+				
<i>Gayliella mazoyerae</i>										+
<i>Gloiocladia repens</i>										+
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>									+	
<i>Grateloupia lancéola</i>		+	+	+	+	+				
<i>Griffithsia opuntoides</i>					+					
<i>Haraldiophyllum bonnemaisonii</i>					+					+
<i>Laurencia pyramidalis</i>		+			+					
<i>Lophosiphonia simplicissima</i>		+								
<i>Meredithia microphylla</i>					+		+			
<i>Lyngbya aestuarii</i>								+		
<i>Microcoleus chthonoplastes</i>								+		
<i>Myriotrichia clavaeformis</i>									+	
<i>Petalonia zosterifolia</i>			+			+				
<i>Plocamium maggsiae</i>	+	+								
<i>Polyneura bonnemaisonii</i>			+	+	+					+
<i>Porphyra linearis</i>						+				
<i>Ptilothamnion sphaericum</i>	+	+			+					
<i>Rivularia nítida</i>								+		
<i>Saccharina latissima</i>							+			
<i>Seirospora interrupta</i>									+	
<i>Tolypothrix tenuis</i>								+		
<i>Vaucheria arcassonensis</i>								+		
<i>Vaucheria intermedia</i>								+		
<i>Vaucheria subsimplex</i>								+		
<i>Vaucheria velutina</i>								+		
<i>Zostera marina</i>									+	+
<i>Zostera noltei</i>								+	+	



Figura 11. Localidades de interés en el golfo Ártabro. A, Barrañán; B, Ártabra; C, San Pedro; D, San Antón; E, Isla Castelo.

cosos expuestos al oleaje bajo influencia de arena (Díaz Tapia y Bárbara 2005). En las rocas más batidas por el oleaje se desarrollan especies características como *Ceramium shuttleworthianum*, *Lomentaria clavellosa*, *Polysiphonia atlantica*, *P. polyspora* y *Pterosiphonia complanata*. Las rocas sometidas a abrasión de arena se caracterizan por el desarrollo de especies tolerantes como *Ahnfeltia plicata*, *Porphyra dioica* y la generación esporofítica (fase *Petrocelis*) de *Mastocarpus stellatus*. La vegetación dominante está formada por algas de pequeño porte (*Rhodothamniella floridula*, *Ophidocladus simpliciusculus*, *Plocamium maggsiae*, *Pterocladia melanoidea*, *Ptilothamnion sphaericum* y *Vertebrata nigra*) que forman céspedes característicos sobre rocas que acumulan arena gracias al desarrollo de ejes rastreros y la formación de entramados mixtos de talos y arena. Entre las especies de interés biogeográfico destacan *Calliblepharis hypneoides*, *Erythrogllossum lusitanicum* y *Lophosiphonia simplicissima* (Tabla 3).

Las localidades de San Pedro, Isla Castelo y Dexo (Figs. 10-12) muestran la mayor riqueza específica (255 especies) con 185, 201 y 139 especies, respectivamente (Tabla 3). Estas localidades albergan buenos ejemplos de vegetación de ambientes expuestos y semiexpuestos al oleaje (Bárbara *et al.* 1995), destacando las poblaciones de *Fucus vesiculosus* var. *compressus*, *F. serratus*, *Bifurcaria bifurcata*, *Mastocarpus stellatus*, *Chondrus crispus*, *Gongolaria baccata*, *Ericaria selaginoides*, *Halidrys siliquosa*, *Saccorhiza polyschides* y *Laminaria ochroleuca*. También existen ejemplos de especies que soportan deposición de arena como *Gracilaria multipartita*, *Chondracanthus acicularis*, *C. teedei* var. *lusitanicus* y *Ahnfeltia plicata*. Como especies singulares o de interés biogeográfico destacan *Ahnfeltiopsis pusilla*, *Petalonia zosterifolia* y



Figura 12. Localidades de interés en el golfo Ártabro. A, Seixo Branco; B, Dexo, *Saccharina latissima* con *Gongolaria baccata*; C, Marisma de Betanzos, canales de marea colonizados por *Vaucheria velutina*; D-E, Ares, pradera de *Zostera marina* y mixta con *Z. noltei*; F-G, San Felipe, pradera submareal de *Zostera marina* e intermareal con fucáceas.

Polysiphonia radiata en San Pedro, *Dermocorynus montagnei*, *Griffithsia opuntioidea* y *Meredithia microphylla* en Isla Castelo, así como *Ceramium callipterum*, *Cordylecladia erecta* y *Saccharina latissima* en Dexo (Tabla 3).

En el Seixo Branco (Figs. 10, 12) están censadas un menor número de especies (96, Tabla 3) porque es una localidad muy expuesta al oleaje con una vegetación muy característica y bien adaptada al medio (Bárbara *et al.* 1995). Se encuentra una buena representación de comunidades en las que dominan *Bangia fuscopurpurea*, *Porphyra linearis*, *Gaillona seposita*, *Callithamnion granulatum*, *Ceramium shuttleworthianum*, *Polysiphonia atlantica*, *Porphyra umbilicalis*, *Chondrus crispus*, *Gelidium corneum* y *Pterosiphonia complanata*. En el Seixo Branco destaca el desarrollo de extensas poblaciones de *Petalonia zosterifolia* y de *Grateloupia lanceola* que se mantienen desde hace 30 años (Bárbara y Cremades 1990, 2004, Pérez Cirera *et al.* 1989a).

Las localidades de San Antón y San Felipe (Figs. 10-12) albergan 178 especies, con 137 y 148 especies, respectivamente (Tabla 3). Son buenos ejemplos de localidades con vegetación de ambientes protegidos (Bárbara *et al.* 1992, Granja *et al.* 1992) en los que se desarrollan poblaciones de *Pelvetia canaliculata*, *Fucus vesiculosus*, *F. serratus*, *Gongolaria baccata*, *G. usneoides* y *Laminaria ochroleuca*. En San Felipe destaca, también, una extensa pradera submareal de *Zostera marina*. Como especie singulares cabe destacar *Gloiocladia repens* en San Felipe.

La marisma de Betanzos (Figs. 10, 12) tiene un número más bajo de especies (62) y un reparto muy diferente al resto de las localidades (Tabla 3) ya que dominan las cianobacterias (26) con respecto al resto de los grupos taxonómicos. Muchas de ellas, como *Lyngbya aestuarii*, *Microcoleus chthonoplastes*, *Rivularia nitida* o *Tolypothrix tenuis* forman poblaciones abundantes. Sobre el fango es común encontrar la fanerógama marina *Zostera noltei*, así como la vegetación superior característica de la marisma descrita en Izco y Sánchez (2002). Otros grupos con buena representación son las fucáceas (*Pelvetia canaliculata*, *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* y *F. ceranoides*) y xantofíceas (*Vaucheria arcassonensis*, *V. coronata*, *V. intermedia*, *V. subsimplex*, *V. synandra* y *V. velutina*). Las algas rojas están poco representadas, aunque dos especies (*Catenella caespitosa* y *Bostrychia scorpioides*) son abundantes bajo la vegetación de juncáceas, ciperáceas y quenopodiáceas características de la marisma (Calvo Marta 2001).

La playa de Ares (Figs. 10, 12) tiene el menor número de especies (55) con respecto al resto de las otras localidades de interés del golfo Ártabro. Sin embargo, 10 de ellas destacan por ser exclusivas de esta localidad; como ejemplos destacan algas pardas (*Asperococcus bullosus*, *A. scaber*, *Chorda filum* y *Myriotrichia clavaeformis*) y algas rojas (*Callithamnion corymbosum*, *Gracilaria bursa-pastoris* y *Seirospora interrupta*). Otra importancia de la playa de Ares es que en ella hay praderas de las fanerógamas *Zostera marina* y *Z. noltei*.

6. Amenazas

6.1 Modificación de la costa y alteración de hábitats

La construcción de nuevas infraestructuras costeras afecta negativamente a las comunidades de macrófitos y fanerógamas marinas. En el golfo Ártabro, la construcción de dos grandes puertos (el puerto exterior de Ferrol y de A Coruña) han supuesto la destrucción directa de los hábitats marinos (comunidades intermareales y submareales dominadas por Fucales y Laminariales) de las localidades afectadas y la alteración de la dinámica sedimentaria. Como ejemplo cabe destacar que la construcción del puerto exterior de Ferrol afectó negativamente a la pradera de *Zostera marina* de la playa de Cariño que actualmente está muy reducida (García Redondo *et al.* 2019b). La sedimentación tiene efectos negativos en los bancos de maërl (Peña Freire 2010) y, en general, en las comunidades de macroalgas de sustratos rocosos.

La alteración de la localización de los sedimentos bentónicos, ya sea a través de dragados con el fin de aumentar el calado o a través de acciones de regeneración de playas en las que se depositan sedimentos en el intermareal, tiene también un impacto negativo sobre las comunidades de macroalgas y fanerógamas bentónicas de sustratos blandos. Los dragados de la ría de Ferrol han tenido lugar en áreas donde se encuentran los pocos bancos de maërl conocidos en el golfo Ártabro y han podido causar impactos por el daño mecánico generado (Peña Freire 2010). Las acciones de regeneración de playas mediante el aporte de sedimentos en la zona intermareal tienen efectos negativos sobre las praderas de *Zostera* que se desarrollan en esos hábitats, pudiendo causar su extinción local.

6.2 Especies exóticas invasoras

La introducción de especies exóticas invasoras (EEI) es uno de los principales fenómenos responsables de la pérdida global de biodiversidad (Sala *et al.* 2000). Se estima que en Europa hay cerca de 11.000 EEI (DAISIE 2009). Por otra parte, determinar con exactitud el carácter exótico de una especie suele ser difícil, catalogándolas por ello muchas veces como especies criptogénicas (Carlton 1996); es decir, de origen incierto. Estas especies criptogénicas son frecuentemente crípticas; es decir, que son prácticamente indistinguibles morfológicamente de sus congéneres y muchas veces pasan inadvertidas. En el golfo Ártabro este es el caso por ejemplo de las especies exóticas *Grateloupia turuturu*, *Caulacanthus okamuray* y *Codium fragile* difícilmente diferenciables de las autóctonas *G. lanceola*, *Caulacanthus ustulatus* y *Codium tomentosum*, respectivamente (Fig. 13). Gracias sobre todo al desarrollo y aplicación de técnicas genéticas, en los últimos años se ha facilitado enormemente tanto la diferenciación de especies crípticas como el conocimiento de su verdadero origen. Por ejemplo, mediante estas técnicas se pudo certificar la presencia de la especie exótica *Ulva australis*, originaria del Pacífico, en varias localidades de las costas peninsulares, incluido el golfo Ártabro (Couceiro *et al.* 2011); o que *U. compressa*, especie descrita en Europa por Linneo en 1753 es en realidad es originaria de Oceanía, donde presenta una mayor diversidad genética (Kirkendale *et al.* 2013). Recientemente, han sido descritas dos nuevos pequeños rodófitos para la ciencia (Fig. 13) a partir de ejemplares procedentes del golfo Ártabro (A Graña en la Ría de Ferrol y Oza en la Ría de A Coruña), se trata de *Polysiphonia delicata* y *P. radiata* (Díaz-Tapia *et al.* 2017). Se consideran especies criptogénicas, que muy posiblemente han sido introducidas ya que se han recolectado predominantemente en pantalanes de puertos deportivos donde abundan las especies alóctonas (Chapman y Carlton 1991).

Las especies introducidas y/o invasoras son componentes habituales en la mayor parte de comunidades bentónicas marinas dominadas por macroalgas o fanerógamas marinas en el golfo Ártabro. El área de distribución nativa de la mayor parte de las algas introducidas es el Pacífico y los principales vectores de introducción son las actividades relacionadas con la acuicultura, la navegación comercial, la apertura de canales artificiales de navegación y la acuariofilia (Molnar *et al.* 2008). Una vez que estas especies alcanzan nuestras costas, se dispersan, en ocasiones se naturalizan, y a veces se comportan como invasoras. En Galicia se han registrado 30 especies introducidas (Bárbara *et al.* 2005, 2008, Cremades 2019), de las cuales 29 se encuentran en el golfo Ártabro (Tabla 2) y 6 de ellas están incluidas en el catálogo español de especies exóticas invasoras (BOE 2013). Algunas de estas especies muestran un destacado comportamiento invasor, llegando a alcanzar elevadas coberturas en las localidades donde se desarrollan. Los efectos negativos de las especies exóticas invasoras sobre las comunidades nativas suelen ser debidos a procesos de competencia por los recursos, como por ejemplo los nutrientes, la luz o el sustrato; pero la evaluación real de sus efectos es un tema muchas veces controvertido. De las especies de macroalgas presentes en el golfo Ártabro e incluidas en el citado catálogo es el alga parda *Sargassum muticum*, por su gran tamaño, abundancia y amplia repartición geográfica es la especie más pernicioso. El primer registro de esta especie en Galicia fue en 1986 (Pérez-Cirera *et al.* 1989c) y gracias a su ciclo de vida y gran potencial de dispersión marginal en pocos años colonizó todas aquellas localidades donde es capaz de vivir en Galicia. Aunque algunos autores encuentran que los efectos negativos de esta especie sobre las comunidades nativas son limitados (Olabarria *et al.* 2009), otros los consideran importantes y afectando, además, a distintos niveles tróficos, sobre todo cuando se encuentra en altas densidades (Britton-Simmons 2004).

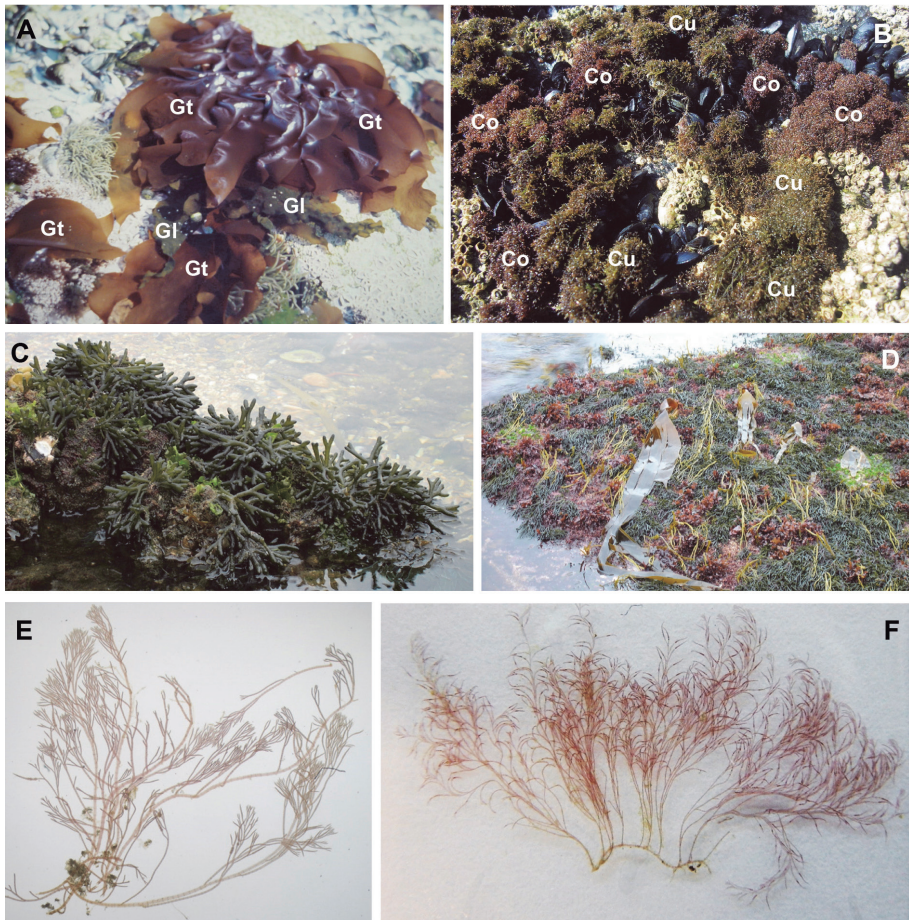


Figura 13. Especies exóticas y nativas criptogénicas en el golfo Ártabro. A, *Galeolupia turuturu* (Gt, exótica) y *G. lanceola* (Gl, nativa) conviviendo en charcas rocosas del intermareal inferior de isla Redonda (ría de A Coruña); B, *Caulacanthus okamurae* (Co, exótica) junto a *C. ustulatus* (Cu, nativa) y sobre *Mytilus galloprovincialis* el intermareal medio de Isla Castelo (Ría de A Coruña); C, *Codium fragile* (exótica) en el intermareal inferior de O Pasaxe (Ría de A Coruña); D, *Codium tomentosum* (nativa) en el intermareal inferior de Isla Redonda (Ría de A Coruña), junto a *Saccorhiza polyschides*, *Himanthalia elongata* y *Chondrus crispus*; E, *Polysiphonia delicata*; F, *Polysiphonia radiata*.

En las praderas de *Zostera marina* del golfo Ártabro se han detectado coberturas elevadas de varias especies introducidas como *Asparagopsis armata*, *Dasya sessilis*, *Dasyisiphonia japonica*, *Plocamium* cf. *ovicorne* y *Sargassum muticum* (García Redondo 2019); mientras que en las praderas de *Z. noltei*, *Agarophyton vermiculophyllum* puede alcanzar coberturas elevadas (Fig. 3), aunque ello no tiene por qué tener efectos negativos (Ramus *et al.* 2017). En fondos de maërl destacan por su elevada frecuencia las especies alóctonas *Antithamnionella ternifolia* y *Dasyisiphonia japonica* (Peña Freire 2010). En sustratos rocosos cabe destacar la elevada abundancia local de *Asparagopsis armata*, *Sargassum muticum* y *Undaria pinnatifida* (Fig. 3) y en poblaciones submareales rocosas se detectaron descensos de la cobertura de *Gongolaria baccata* relacionados con la invasión por *A. armata* (Fig. 3, García-Fernández y Bárbara 2017).

6.3 Cambio climático

Los efectos del calentamiento global no han sido estudiados en detalle en las comunidades de macrófitos y fanerógamas marinas del golfo Ártabro. Sin embargo, existen datos a nivel europeo, ibérico y gallego (Duarte *et al.* 2013, 2015, Martínez *et al.* 2015, Araújo *et al.* 2016, Piñeiro-Corbeira *et al.* 2016, Neiva *et al.* 2018, Casado-Amezúa *et al.* 2019) en los que se pone en evidencia la contracción del límite sur del área de distribución de especies características de aguas frías como *Laminaria hyperborea*, *L. ochroleuca*, *Saccorhiza polyschides*, *Himanthalia elongata*, *Fucus serratus*, *Saccharina latissima*, *Ceramium shuttleworthianum*, *Mastocarpus stellatus* y *Chondrus crispus*. Estas observaciones se ven refrendadas en Piñeiro-Corbeira *et al.* (2018) mediante el estudio en laboratorio de la respuesta fotosintética a variaciones de la temperatura e irradiancia de ocho especies: cuatro en descenso (*C. crispus*, *F. vesiculosus*, *H. elongata* y *M. stellatus*) y otras cuatro en incremento (*Bifurcaria bifurcata*, *Ericaria selaginoides*, *Corallina ferreyrae* y *Gongolaria baccata*). En la ría de A Coruña se ha realizado un estudio de las variaciones a largo plazo de las poblaciones de *G. baccata* (García-Fernández y Bárbara 2017) detectándose un incremento de su cobertura en detrimento de *L. hyperborea* (ausente) y *L. ochroleuca*, *Ericaria selaginoides* y *Gongolaria usneoides* (disminución de la cobertura). Algunas de las especies mencionadas son estructurales en las comunidades bentónicas marinas, generalmente de gran tamaño, pero están siendo reemplazadas por especies de pequeño tamaño que forman comunidades cespitosas y que acumulan gran cantidad de sedimentos.

7. Usos y aplicaciones de las macroalgas

Como ya fue tratado en el apartado de biodiversidad, desde el punto de vista biogeográfico, en las costas del golfo Ártabro existe una buena representación de la flora y vegetación marina característica de aguas frías del atlántico europeo. Muchas de estas especies, que encuentran su límite meridional de distribución en la costa gallega y norte de Portugal (Bárbara *et al.* 2005, Araújo *et al.* 2009), son algas pardas formadoras de grandes bancos intermareales o bosques sublitorales. Estas algas pardas, tanto por su tamaño como por su gran abundancia no han pasado inadvertidas para el hombre, que de una manera u otra les ha sacado partido. Mientras que muchos recursos marinos como los peces, crustáceos o moluscos tienen un uso muy bien definido, las algas, sin embargo, son organismos con una interesante composición química que las hace muy versátiles en sus usos. Es por ello que una misma especie puede servir para muchos fines en función de distintos condicionantes socio-económicos o culturales (Cremades Ugarte 2003). Por ejemplo, existe un uso muy frecuente y tradicional de aprovechar para el abono de las tierras los arribazones a la costa de algunas de estas algas pardas, como los denominados "golfos" (principalmente *Saccorhiza polyschides* y *Laminaria ochroleuca*), que han concluido su ciclo vital o han sido arrancadas por fuertes e inesperados temporales. Pueden ser empleadas directamente o tras sencillos procesos de compostaje. Este uso tradicional tiene en su esencia un fundamento científico, ya que la mayoría de estas algas son muy ricas en las sales minerales y oligoelementos esenciales de los que carecen en gran medida los suelos ácidos y tan lavados por la lluvia, propios de nuestra región. Estos usos agrícolas están ahora volviendo a cobrar cierto auge gracias a que las algas marinas son aptas para su empleo en la agricultura biológica a tres niveles: como fertilizante o enmienda, mejoradores del suelo o como bioestimulantes (Illera Vives 2015).

7.1 La industrialización de las algas marinas

Por otra parte, el uso de estos arribazones con fines industriales viene de antiguo. En un principio eran incinerados para obtener unas cenizas muy ricas en sosa y potasa utilizadas principalmente por las industrias del jabón y vidrio. Estas cenizas posteriormente fueron también usadas para obtener nitrato potásico, necesario para la fabricación de explosivos y, sobre todo, para la extracción de yodo, elemento descubierto de forma accidental en ellas por el químico y farmacéutico francés Bernard Courtois en 1811. El subsiguiente empleo del yodo como potente y efectivo antiséptico potenció enormemente esta actividad industrial en muchas partes de Europa en la transición entre los siglos XIX y XX. Aunque en España esta actividad no llegó apenas a implantarse (Dosil Mancilla 2007), en el golfo Ártabro aún se conservan algunos restos de estos crematorios como reflejo de los tímidos intentos de implantar esta industria en nuestras costas, destacando a este respecto la empresa coruñesa EASA (Explotación de algas S.A.) que se estableció en 1935 en Santa María de Oza (ría de A Coruña) y que en un principio centró su actividad en la industria del yodo (Dosil Mancilla 2007).

El descubrimiento por parte del farmacéutico británico Edward Stanford en 1883 de una sustancia gelatinosa, que denominó algina, aislada de *Laminaria digitata*, hizo que las grandes algas pardas adquirieran una nueva dimensión como materias primas de los llamados ficocoloides, en particular el ácido alginico, un polisacárido complejo muy abundante en este tipo de algas y que es imprescindible tanto para el mantenimiento de su morfología como para muchos de sus procesos vitales (Cremades Ugarte 2003). Para el hombre los alginatos y sus derivados, por sus notables cualidades físico-químicas, son de utilidad como emulgentes, estabilizantes, espesantes y gelificantes en infinidad de industrias. En el golfo Ártabro apenas se han explotado los arribazones de algas pardas para estos fines, quizá por la necesidad de grandes cantidades de materia prima y su bajo valor añadido; sin embargo, la referida empresa EASA, en 1942 y hasta la década de los 50 comenzó a producir ácido alginico y otros ficocoloides como el agar-agar obtenido a partir del alga roja *Gelidium corneum* (Dosil Mancilla 2007). En el golfo Ártabro existen bancos internareales de algas rojas propias también de mares fríos, en particular de *Chondrus crispus* y *Mastocarpus stellatus*, que han venido siendo explotados para la obtención de carragenina, otro ficocoloide, abundante en este tipo de algas y muy utilizado sobre todo por la industria alimentaria y que es procesado en la empresa CEAMSA, ubicada en Porriño (Pontevedra). La recolección de estos recursos se ha venido haciendo en algunas zonas del golfo Ártabro, como por ejemplo en las illas de San Pedro (ría de A Coruña). Los recolectores denominan a este recurso como "liquen" y lo cosechan a mano durante las bajamares vivas (Cremades *et. al.* 2002).

7.2 Las macroalgas en la salud y bienestar del hombre

Por otro lado el hombre también ha sabido utilizar las algas para su propio bienestar. Desde antiguo algunas algas forman parte de diversos remedios caseros para paliar dolencias comunes. Por ejemplo el "sargazo vejigoso" (*Fucus vesiculosus*) es explotado en pequeña medida en el golfo Ártabro para su uso como planta medicinal. Pero sin lugar a dudas uno de los usos de las algas que actualmente cuenta con más futuro en las costas gallegas es su empleo directo en la alimentación y nutrición del hombre. El uso culinario de las algas, muy popular en Oriente, se remonta a tiempos casi prehistóricos; sin embargo, en Europa y en el resto de los países occidentales, este uso es muy reciente. Las algas son un alimento muy apreciado por su riqueza en fibra y proteínas, sus ácidos grasos poliinsaturados, sus vitaminas, sustancias antioxidantes, sales minerales y oligoelementos. Las algas son por ello un alimento muy sano y equilibrado

que sufre además muy poco procesado industrial (Cremades Ugarte 2007). El auge de las algas alimentarias en la gastronomía y nutracéutica ha hecho que su demanda industrial haya aumentado mucho en poco tiempo. En el golfo Ártabro la actividad de la recolección de algas alimentarias empezó a finales de la década de los 80 del siglo pasado y hoy en día se cosechan de sus bancos naturales especies como la “correa”, “judía” o “espaguete de mar” (*Himanthalia elongata*), “kombu” (*Laminaria ochroleuca*), “kombu de azúcar” (*Saccharina latissima*), “wakame” (*Undaria pinnatifida*), “nori” (*Porphyra dioica*), “pimienta de mar” (*Osmundea pinnatifida*), “lechuga de mar” (*Ulva* spp.), “ramallo de mar” (*Codium* spp.), entre otras (Tabla 4). Y esta lista no para de crecer. Sin embargo, existe ya la conciencia de que estos recursos no son infinitos, que se debe tender a la sostenibilidad de su explotación y, en la medida de lo posible, al desarrollo de sus técnicas de cultivo. De hecho, en los últimos años el control de su extracción es más riguroso y ya no se permite la cosecha de algunas especies de alto valor ecológico o biogeográfico, como por ejemplo *Laminaria hyperborea* o *Saccharina latissima*.

Tabla 4. Principales macroalgas explotadas y/o cultivadas en el golfo Ártabro.

Especie	Nombre común
Algas rojas	
<i>Chondrus crispus</i>	Musgo de Irlanda, liquen
<i>Gigartina pistillata</i>	Algatinado, liquen
<i>Mastocarpus stellatus</i>	Musgo estrellado, liquen
<i>Osmundea pinnatifida</i>	Pimienta de mar
<i>Porphyra dioica</i>	Nori
Algas pardas	
<i>Fucus vesiculosus</i>	Sargazo vejigoso
<i>Himanthalia elongata</i>	Correa, espaguete o judía de mar
<i>Laminaria ochroleuca</i>	Kombu
<i>Saccharina latissima</i>	Kombu de azúcar
<i>Undaria pinnatifida</i>	Wakame
Algas verdes	
<i>Codium</i> spp.	Ramallo de mar, percebe de pobre
<i>Ulva</i> spp.	Lechuga de mar

7.3 El cultivo de macroalgas y sus servicios ecosistémicos

La ficocultura o agronomía marina es una actividad industrial nacida y muy desarrollada en los países asiáticos, pero todavía incipiente en Occidente. El establecimiento de la agronomía marina en las costas de Europa solo será posible para aquellos recursos utilizados con fines de medio-alto valor añadido, como la alimentación humana o la biotecnología, únicos fines económicamente sostenibles. La agronomía marina, además de poder garantizar la trazabilidad de estos recursos, puede llegar a tener un papel muy relevante tanto por su potencial socio-económico como por sus servicios ecosistémicos dentro de las técnicas de acuicultura multitrófica integrada (Cremades *et al.* 2011).

Las primeras experiencias de cultivo de macroalgas alimentarias en Galicia (Cremades *et al.* 1997, Pérez-Cirera *et al.* 1997), pioneras también a nivel nacional, se llevaron a cabo en 1993 y fueron el fruto de la colaboración de la Planta de Cultivo de Algas del Centro en Santander del

Instituto Español de Oceanografía (IEO) con el Departamento de Botánica de la Universidade de Santiago de Compostela (USC) en el desarrollo y optimización del cultivo de la especie asiática *Undaria pinnatifida* (“wakame”) introducida en nuestras costas y de alto valor comercial por sus características organolépticas y nutricionales. Un poco más adelante en esa misma década, en diversas ubicaciones del golfo Ártabro correspondientes a la ría de Ares y Betanzos, la Universidade da Coruña (UDC) y el Instituto Español de Oceanografía (IEO), con la colaboración de la empresa Porto-Muiños S.L. y financiación estatal, llevaron a cabo experiencias de cultivo de “wakame” y otras experiencias también pioneras a nivel nacional de cultivo de “kombu de azúcar” (*Saccharina latissima*), una especie autóctona afín de gran potencial de cultivo en todo el Atlántico norte. Los primeros resultados del cultivo de esta especie están plasmados en Peteiro *et al.* (2006). Después de estos tímidos comienzos podemos decir que ahora el cultivo industrial de macroalgas es una realidad en el golfo Ártabro. Hoy en día gracias a la colaboración del Centro de Investigaciones Científicas Avanzadas (CICA) de la UDC y la empresa Porto-Muiños S.L. se está desarrollando el cultivo industrial del “kombu de azúcar” en polígonos de viveros de cultivo de mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) (Fig. 14), en los que podríamos denominar como sistemas de acuicultura de enfoque ecosistémico. Las algas marinas son organismos autótrofos (productores primarios) y, por ello, pueden ayudar a la eliminación del exceso de residuos inorgánicos disueltos en las aguas costeras sometidas a cultivo intensivo de peces, moluscos y que reciben, además,



Figura 14. Cultivos de macroalgas en el golfo Ártabro. A, líneas de cultivo de *Saccharina latissima* (“kombu de azúcar”) en el polígono de cultivos marinos “Sada II” (Carnoeo, ría de Ares y Betanzos); B, cuerdas de cultivo en los primeros estados de desarrollo de las algas; C, ejemplares de esta especie en el momento de la cosecha.

aportes de nutrientes de origen urbano o debidos a las actividades agropecuarias. Estas técnicas, además de diversificar la acuicultura y transformar la llamada eutrofización en biomasa de alto valor añadido, pueden colaborar en la mitigación de las mareas tóxicas fitoplanctónicas o de las mareas verdes que muchas veces traen como consecuencia graves repercusiones económicas, medioambientales o, incluso, sanitarias. Los resultados más sobresalientes de esta iniciativa industrial, pionera a nivel nacional, se pueden encontrar en Freitas *et al.* (2016). En el golfo Ártabro existe también otra empresa, ALGAFRES S.L., ubicada en el puerto de Sada (ría de Ares y Betanzos) y que desde 2013 centra su actividad principalmente en la producción por cultivo en tanques en tierra, mediante técnicas de multiplicación vegetativa, de distintas macroalgas, tanto del mismo “kombu de azúcar” como de algunas algas rojas del género *Gracilaria* destinadas a la alimentación humana. Recientemente se ha constituido en el seno de la Universidad de A Coruña la empresa de base tecnológica Phycosem marine agronomy, S.L. que surte de semilla de macroalgas y asesora a las empresas del sector en el cultivo de estos nuevos recursos.

7.4 Las macroalgas en la biomonitorización y remediación ambiental

Finalmente, muchas especies de algas, entre ellas las grandes algas pardas, tienen la particularidad de concentrar en sus tejidos sustancias como por ejemplo los metales pesados, que son tóxicos a muy bajas concentraciones. Analizando muestras de estas algas se puede realizar el seguimiento de los niveles biodisponibles de estos tóxicos en el ambiente. A este respecto algunas algas del golfo Ártabro han sido y pueden ser usadas como biomonitores de la contaminación ambiental, en particular las diversas especies de *Fucus* (Barreiro *et al.* 2002). Existen también desarrollos tecnológicos llevados a cabo con algas presentes en el golfo Ártabro, en particular con la especie invasora *Sargassum muticum*, encaminados a la utilización de sus harinas como materia filtrante para la depuración de aguas contaminadas con diversos metales pesados u otras sustancias tóxicas (Rubin *et al.* 2005). Desde el punto de vista agronómico, se han realizado estudios de algas del golfo Ártabro (*Ascophyllum nodosum* y *Gongolaria baccata*) como productoras de sustancias fitoprotectoras frente a hongos patógenos (Pardo *et al.* 2010).

8. Agradecimientos

Algunos datos incluidos en este trabajo han sido obtenidos gracias a la financiación parcial de varios proyectos (AGL2002-01285, XUGA80310988, PGIDIT03PXIB10301PR, CGL2006-03576/BOS, CGL2009-09495/BOS, 10MMA103003PR, GPC2015/025, Ayudas de Investigación de la Diputación de A Coruña 2009). Viviana Peña agradece la financiación recibida del programa postdoctoral Campus Industrial de Ferrol (Universidade da Coruña). Pilar Díaz Tapia agradece la financiación recibida del programa postdoctoral “Axudas de apoio á etapa de formación posdoutoral” (Xunta de Galicia).

9. Bibliografía

- Alonso López J. (1820) *Consideraciones generales a favor de la libertad de los pueblos y noticias particulares relativas a el Ferrol y su comarca*. Imprentas M. Repullés y Eusebio Álvarez. Madrid.
- Araújo R., Bárbara I., Tibaldo M., Berecibar E., Díaz Tapia P., Pereira R., Santos R. y Sousa Pinto I. (2009) Checklist of benthic marine algal and cyanobacteria of northern Portugal. *Botanica Marina* 52 (1), 24-46.

Araújo R.M., Assis J., Aguillar R., Airoidi L., Bárbara I., Bartsch I., Bekkby T., Christie H., Davoult D., Derrien-Courtel S., Fernández C., Fredriksen S., Gevaert F., Gundersen H., Le Gal A., Lévêque L., Mieszkowska N., Norderhaug K.M., Oliveira P., Puente A., Rico J.M., Rinde E., Schubert H., Strain E.M., Valero M., Viard F. y Sousa-Pinto I. (2016) Status, trends and drivers of kelp forests in Europe: an expert assessment. *Biodiversity and Conservation* 25 (7), 1319-1348.

André F. (1970) Contribution à l'étude des algues marines du Portugal. I. La flore. *Portugaliae acta biologica. Série B. Sistemática, ecologia, biogeografia e palenotologia* 10, 1-423.

Baamonde López S., Baspino Fernández I., Barreiro Lozano R. y Cremades Ugarte J. (2007) Is the cryptic alien seaweed *Ulva pertusa* (Ulvales, Chlorophyta) widely distributed along European Atlantic coasts? *Botanica Marina* 50, 267-274.

Bañón R. (Ed.) (2017) *Inventario de la biodiversidad marina de Galicia: Proyecto LEMGAL*. Consellería do Mar, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela. 570 pp.

Bárbara Criado I. (1994) *Las comunidades de algas bentónicas marinas en la bahía de La Coruña y ría del Burgo*. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Santiago de Compostela. Tesis doctoral en microfichas nº 357: 411pp.

Bárbara I. y Cremades J. (1990) *Petalonia zosterifolia* (Reinke) O. Kuntze, nuevo feófito para la Península Ibérica. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 47 (2), 492-494.

Bárbara I. y Cremades J. (1993) *Spermothamnion repens* var. *flagelliferum* (Ceramiaceae, Rhodophyta) y *Elachista intermedia* (Elachistaceae, Phaeophyta), en el noroeste de la Península Ibérica. *Nova Acta Científica Compostelana* 4, 189-192.

Bárbara I. y Cremades J. (1996) Seaweeds of the Ría de A Coruña (NW Iberian Peninsula, Spain). *Botanica Marina* 39, 371-388.

Bárbara I., Cremades J., Calvo S., López Rodríguez M^aC. y Dosil J. (2005) Checklist of the benthic marine and brackish Galician algae (NW Spain). *Anales Jardín Botánico de Madrid* 62 (1), 69-100.

Bárbara I. y Cremades J. (2004) *Grateloupia lanceola* versus *Grateloupia turuturu* (Gigartinales, Rhodophyta) en la Península Ibérica. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 61 (2), 103-118.

Bárbara I., Cremades J. y Pérez-Cirera J.L. (1995) Zonación de la vegetación bentónica marina en la Ría de A Coruña (N.O. de España). *Nova Acta Científica Compostelana* (Biología) 5, 5-23.

Bárbara I., Cremades J., Veiga A. J., López Varela C., Dosil J., Calvo S., Peña V. y López Rodríguez M.C. (2002) Fragmenta chorologica occidentalia, algae, 7814-7892. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 59, 292-297.

Bárbara I., Díaz P., Araújo R., Peña V., Berceibar E., Cremades J., Freire Ó., Baamonde S., Novo T., Calvo S., López Rodríguez M.C., Afonso-Carrillo J., De Clerck O., Santos R., Sousa-Pinto I., Tibaldo M., Lagos V., López C., Secilla A., Santolaria A., Díez I. y Veiga A.J. (2006) Adiciones corológicas y correcciones a la flora bentónica marina del norte de la Península Ibérica. *Nova Acta Científica Compostelana* 15, 77-88.

Bárbara I., Díaz P., Cremades J., Peña V., López-Rodríguez M.C., Berecibar E. y Santos R. (2006) Catálogo gallego de especies amenazadas y lista roja de las algas bentónicas marinas de Galicia. *ALGAS, Boletín Informativo Sociedad Española Ficología* 35, 9-19.

Bárbara I., Díaz P., Cremades J., Tibaldo M., Freire Ó., Peña V., Lagos V., Calvo S., Veiga A.J., Peteiro C., López Rodríguez M.C. y Araújo R. (2005) Adiciones corológicas a la flora bentónica marina del norte de la Península Ibérica. *Nova Acta Científica Compostelana* 14, 83-88.

Bárbara I., Díaz P., Peña V., Freire O., Baamonde S., Cremades J., Lagos V. y Lema C. (2008) Adiciones corológicas a la flora bentónica marina de Galicia. *Nova Acta Científica Compostelana* 17, 169-175.

Bárbara I., Díaz Tapia P., Peteiro C., Berecibar E., Peña V., Sánchez N., Tavares A.M., Santos R., Secilla A., Riera Fernández P., Bermejo R. y García V. (2012) Nuevas citas y aportaciones corológicas para la flora bentónica marina del Atlántico de la Península Ibérica. *Acta Botánica Malacitana* 37, 5-32.

Bárbara I., Choi H.G., Secilla A., Díaz P., Gorostiaga J.M., Seo T.-K., Jung M.-Y. y Berecibar E. (2013a) *Lampisiphonia iberica* gen. et sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta) based on morphology and molecular evidence. *Phycologia* 52(2), 137-155.

Bárbara I., De Clerck O., García-Redondo V., Peña V., García-Fernández A., Peteiro C. y Sánchez N. (2015) Nuevas citas y adiciones corológicas para la flora bentónica marina del Atlántico Ibérico. *Acta Botánica Malacitana* 40, 191-198.

Bárbara I., Gallardo T., Cremades J., Barreiro R., Maneiro I. y Saunders G.W. (2013b) *Pseudopolyides furcellarioides* gen. et sp. nov. (Gigartinales, Rhodophyta) an erect member of the Cruoriaceae based on morphological and molecular evidence. *Phycologia* 52(2), 191-203.

Bárbara I., García-Redondo V., Díaz Tapia P., García-Fernández A., Piñeiro-Corbeira C., Peña V., Lugilde J. y Cremades J. (2019) Adiciones y correcciones a la flora bentónica marina del atlántico ibérico norte. *Acta Botanica Malacitana* 44, 51-60.

Bárbara I., Lee S.Y., Peña V., Díaz P., Cremades J., Oak J.H. and Choi H.G. (2008) *Chrysomenia wrightii* (Rhodymeniales, Rhodophyta) a new non-native species for the European Atlantic Coast. *Aquatic Invasions* 3 (4), 367-375.

Bárbara I., Peña V., García-Redondo V., Díaz Tapia P., García-Fernández A., Lugilde J. y Corbeira-Fernández C. (2016) Nuevas citas y registros corológicos para la flora bentónica marina del Noroeste Ibérico. *Acta Botanica Malacitana* 41, 247-289.

Bárbara I., Peteiro C., Peña V., Altamirano M., Piñeiro-Corbeira C., Sánchez N., Díaz-Tapia P., García-Redondo V., García-Fernández A. y Zanolta-Balbuena M. (2014) Adiciones florísticas y aportaciones corológicas para la flora bentónica marina del atlántico ibérico. *Acta Botanica Malacitana* 39, 207-216.

Barreiro R., Picado L. y Real C. (2002) Biomonitoring heavy metals in estuaries: a field comparison of two brown algae species inhabiting upper estuarine reaches. *Environmental Monitoring and Assessment* 75 (2), 121-34.

Bescansa Casares F. (1948) Herborizaciones algológicas en La Coruña, Nigrán y Bayona. La Coruña.

BOE (2013) Real decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el catálogo español de especies exóticas invasoras. *Boletín Oficial del Estado* 185, 56764–56786.

Britton-Simmons, K.H. (2004) Direct and indirect effects of the introduced alga *Sargassum muticum* on benthic, subtidal communities of Washington State, USA. *Marine Ecology Progress Series* 277, 61–78.

Cacabelos E, Quintas P, Troncoso J., Bárbara I., García V., Cremades J., Garmendia J.M., Puente A., Recio M. y Ondiviela B. (2015a) Las praderas marinas de España: una visión general. Cuadro temático 1. La biodiversidad de las praderas españolas, Atlántico norte. En: Ruiz J.M., Guillén J.E., Ramos Segura A., y Otero M.M. (Eds.). *Atlas de las praderas marinas de España*, IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga, 87–91 pp. <http://www.ieo.es/web/ieo/atlas-praderas-marinas>.

Cacabelos E, Quintas P, Troncoso J., Sánchez J., Amigo J., Romero I., García V., Cremades J. y Bárbara I. (2015b) Praderas de angiospermas marinas: Galicia. En: Ruiz J.M., Guillén J.E., Ramos Segura A. y Otero M.M. (Eds.). *Atlas de las praderas marinas de España*, IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga, 488–529 pp. <http://www.ieo.es/web/ieo/atlas-praderas-marinas>.

Calvo Marta, S. (2001) Flora y vegetación ficológica bentónica de las marismas gallegas. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña. España.

Calvo S. y Bárbara I. (2002) Algas bentónicas de marismas de Galicia. *Nova Acta Científica Compostelana* 12, 5–34.

Carlton, J.T. (1996) Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology* 77, 1653–1655.

Casado-Amezúa P., Araújo R., Bárbara I., Bermejo R., Borja A., Díez I., Fernández C., Gorostiaga J.M., Guinda X., Hernández I., Juanes J.A., Peña V., Peteiro C., Puente A., Quintana I., Tuya F., Viejo R.M., Altamirano M., Gallardo T. y Martínez B. (2019) Distributional shifts of canopy-forming seaweeds from the Atlantic coast of southern Europe. *Biodiversity and Conservation* 28 (5), 1151–1172.

Chapman J.W. y Carlton J.T. (1991) A test of criteria for introduced species: the global invasion by the isopod *Synidotea laevidorsalis* (Miers, 1881). *Journal of Crustacean Biology* 11, 386–400.

Colmeiro M. (1867) Enumeración de las criptógamas de España y Portugal. *Revista para el Progreso de las Ciencias* 16–17, 1–160.

Colmeiro M. (1889) *Enumeración y revisión de las plantas de la península Hispano-Lusitana e Islas Baleares*. Vol. 5 [criptógamas]. Madrid.

Consellería de Medio Ambiente (2007) Decreto 88/2007 do 19 de abril, polo que se regula o Catálogo galego de Especies Amenazadas. *Diario Oficial de Galicia* 89,7409–7423.

Couceiro L., Cremades J. y Barreiro R. (2011) Evidence for multiple introductions of the Pacific green alga *Ulva australis* Areschoug (Ulvales, Chlorophyta) to the Iberian Peninsula. *Botanica Marina* 54, 391–402.

Couceiro L., Maneiro I., Ruiz J.M. y Barreiro R. (2011) Multiscale genetic structure of an endangered seaweed *Ahnfeltiopsis pusilla* (Rhodophyta): implications for its conservation. *Journal of Phycology* 47, 259–268.

Cremades J. (2019) Macroalgas invasoras en Galicia (NO Península Ibérica), una historia interminable. En: P. Ramil-Rego y C. Vales (Eds.) *Especies Exóticas Invasoras: situación e propostas de mitigación*, Monografías do IBADER - Serie Biodiversidade. IBADER-CEIDA, pp. 51-59.

Cremades J., Salinas J.M., Granja A., Bárbara I., Pérez-Cirera J.L. y Fuertes C. (1997) Factores que influyen en la viabilidad y crecimiento de *Undaria pinnatifida* en cultivo I. Fouling, tamaño de plántula y períodos de aclimatación presiembra. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 7, 29-40.

Cremades Ugarte J. (2003) Las algas marinas: de simples figurantes a destacadas protagonistas. *Historia Natural* 2, 22-29.

Cremades Ugarte J. (2007) Las Algas III: Las saludables verduras del mar. *Tribuna Termal* 4, 20-25.

Cremades J., Bárbara I. y Veiga A.J. (2002) Algas, En: *Proyecto Galicia, Naturaleza, Tomo XLI. Botánica I*. Hércules Ediciones, S.A. A Coruña. pp. 384-557.

Cremades J., Guerrero S. y Salinas J.M. (2011) Acuicultura multitrófica en Galicia basada en macroalgas. En: *Macroalgas en la Acuicultura Multitrofica Integrada Peninsular. Valorización de su Biomasa*. Centro Tecnológico del Mar – Fundación CETMAR. pp. 95-109.

DAISIE (2009) *Handbook of Alien species in Europe, volume 3 of invading nature – Springer series in invasion ecology*. Netherlands: Springer, 399 pp.

Díaz-Tapia P. (2009) *Catálogo Gallego de Especies Amenazadas y lista roja de las algas bentónicas marinas de Galicia: Distribución, Biología y Conservación de especies “En Peligro de Extinción” y “De Interés Especial”*. Informe proyecto de investigación Diputación de A Coruña.

Díaz P. y Bárbara I. (2011) Sexual structures in *Ptilothamnion sphaericum* and *Pterosiphonia complanata* (Ceramiales, Rhodophyta) from the Atlantic Iberian Peninsula. *Botanica Marina* 54 (1), 35-46.

Díaz P., Berecibar E., Bárbara I., Cremades J. y Santos R. (2009) Biology and taxonomic identity of *Erythrogloussum lusitanicum* (Delesseriaceae, Rhodophyta) from the Iberian Peninsula. *Botanica Marina* 52 (2), 207-216.

Díaz-Tapia P. (2013) *Estudio ficológico de los hábitats marinos rocoso-arenosos del Atlántico Peninsular*. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña, España.

Díaz-Tapia P. y Bárbara I. (2005a) Vegetación bentónica marina de la playa de Barrañán (A Coruña, Galicia). *Nova Acta Científica Compostelana* 14, 13-42.

Díaz-Tapia P. y Bárbara I. (2005b) Biology, populations and distribution area of the European endemic species *Ptilothamnion sphaericum* (Ceramiales, Rhodophyta) in the Iberian Peninsula. *Thalassas* 21 (2), 21-30.

- Díaz-Tapia P. y Bárbara I. (2013) Seaweeds from sand-covered rocks of the Atlantic Iberian Peninsula. Part 1. The Rhodomelaceae (Ceramiales, Rhodophyta). *Cryptogamie-Algologie* 34 (4), 352-422.
- Díaz-Tapia P., Bárbara I., Cremades J., Verbruggen H. y Maggs C.A. (2017) Three new cryptogenic species in the tribes Polysiphonieae and Streblocladieae (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Phycologia* 56 (6): 605-623.
- Díaz-Tapia P., Boo S.M., Geraldino P., Maneiro I., Bárbara I. y Hommersand M. (2013) Morphology and systematics of *Calliblepharis hypneoides* sp. nov. (Cystocloniaceae, Rhodophyta) from the Atlantic Iberian Peninsula. *European Journal of Phycology* 48 (4), 380-397.
- Dosil Mancilla F.J. (2007) *Los albores de la botánica marina española (1814-1939)*. CSIC, Madrid. 395 pp.
- Duarte L., Rossi F., Docal C. y Viejo R.M. (2015) Effects of alga *Fucus serratus* decline on benthic assemblages and trophic linkages at its retreating southern range edge. *Marine Ecology Progress Series* 527, 87-103.
- Duarte L., Viejo R.M., Martínez B., de Castro M., Gómez-Gesteira M. y Gallardo T. (2013) Recent and historical range shifts of two canopy-forming seaweeds in North Spain and the link with trends in sea surface temperature. *Acta Oecologica* 51, 1-10.
- Freitas J.R.C., Salinas Morrondo J.M. y Cremades Ugarte J. (2016) *Saccharina latissima* (Laminariales, Ochrophyta) farming in an industrial IMTA system in Galicia (Spain). *Journal of Applied Phycology* 28, 377-385.
- Gallardo T., Bárbara I., Afonso-Carrillo J., Bermejo R., Altamirano M., Gómez Garreta A, Barceló Martí M.C., Rull Lluch J., Ballesteros E. y De la Rosa J. (2016) Nueva lista crítica de las algas bentónicas marinas de España. *ALGAS, Boletín Informativo Sociedad Española Ficología* 51: 7-52.
- García-Fernández A. y Bárbara I. (2017) Cambios a largo plazo en la comunidad de *Cystoseira baccata* en noroeste de la península ibérica. *XXI Simposio de Botánica Criptogámica*.
- García-Redondo V. (2019) Biodiversidad y conservación de las praderas de *Zostera marina* en Galicia: enfoque biológico y ficológico. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña, España.
- García-Redondo V., Bárbara I. y Díaz-Tapia P. (2019a) Biodiversity of epiphytic macroalgae on *Zostera marina* leaves in the northwestern Iberian Peninsula. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 76 (1), e078.
- García-Redondo V., Bárbara I. y Díaz-Tapia P. (2019b) *Zostera marina* meadows in the northwestern Spain: distribution, characteristics and anthropogenic pressures. *Biodiversity and Conservation* 28 (7), 1743-1757.
- Granja A., Cremades J. y Bárbara I. (1992) Catálogo de las algas bentónicas marinas de la Ría de Ferrol (Galicia, N.O. de la Península Ibérica) y consideraciones biogeográficas sobre su flora. *Nova Acta Científica Compostelana* 3, 3-21.

Graells M. de la P. (1870) *Exploración científica de las costas del departamento marítimo de Ferrol verificada de orden del Almirantazgo por el vocal de la Comisión Permanente de Pesca D. Mariano de la Paz Graells en el verano de 1869*. Tipografía de T. Fortanet. Madrid, 540 pp.

Guillén J.E. y Otero M.M. (2015) Las praderas marinas de España: una visión general. Gestión y conservación. En: Ruiz J.M., Guillén J.E., Ramos Segura A. y Otero M.M. (Eds.). *Atlas de las praderas marinas de España*, IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga, 80-85 pp. <http://www.ieo.es/web/ieo/atlas-praderas-marinas>.

Guiry M.D. y Guiry G.M. (2021) *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. Consultado el 5 de mayo de 2021.

Hoek van den C. (1975) Phycological Reviews 3. Phytogeographic provinces along the coasts of the northern Atlantic Ocean. *Phycologia* 14, 317-330.

Hoek van den C. y Breeman A.M. (1990) Seaweed biogeography of the North Atlantic: where are we now?. En: Garbary D.J. y South G.R. (eds) *Evolutionary Biogeography of the Marine Algae of the North Atlantic*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 55-86.

Illera Vives M. (2015) Valorization of fish waste and seaweed: development and evaluation of a compost to be used in organic agriculture. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela, España.

Izco J. y Sánchez J.M. (2002) Vegetation analysis and mapping of dunes and saltmarshes of the Betanzos Ria (A Coruña, Spain). *Thalassas* 18 (2): 17-42.

Kirkendale L., Saunders G.W. y Winberg P. (2013) A molecular survey of *Ulva* (Chlorophyta) in temperate Australia reveals enhanced levels of cosmopolitanism. *European Journal of Phycology* 49 (1), 69-81.

Lange J. (1860) *Pugillus plantarum imprimis hispanicarum, quas in itinere 1851-52 legit Joh. Lange*. *Udgivne af seiskahets Bestyrelse* 1-4, 1-8.

Lázaro e Ibiza B. (1889) Datos para la Flora Alcológica del Norte y Noroeste de España. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural* 18: 275-294.

López Seoane V. (1866) *Reseña de la Historia Natural de Galicia*. Imprenta Soto Freire. Lugo. 66 pp.

López Varela C., Bárbara I., Veiga A.J., Cremades J. y Peteiro C. (2002) *Fauchea repens* (C. Agardh) Montagne et Bory (Rhodymeniales, Rhodophyta) en el noroeste de la Península Ibérica. *Nova Acta Científica Compostelana* 12, 219-222.

Maneiro I, Couceiro L., Bárbara I., Cremades J., Ruiz J.M. y Barreiro R. (2011) Low genetic variation and isolation of northern peripheral populations of a red seaweed (*Grateloupia lanceola*). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 21, 590-600.

Martínez B., Afonso-Carrillo J., Anadón R., Araújo R., Arenas F., Arrontes J., Bárbara I., Borja A., Díez I., Duarte L., Fernández C., García Tasende M., Gorostiaga J.M., Juanes J.A., Peteiro C., Puente A., Rico J.M., Sangil C., Sansón M., Tuya F. y Viejo R.M. (2015) Regresión de las

algas marinas en la costa atlántica de la Península Ibérica y en las Islas Canarias por efecto del cambio climático. *ALGAS, Boletín Informativo Sociedad Española Ficología* 49, 5-12.

Molnar, J.L., Gamboa, R.L., Revenga, C. y Spalding, M.D. (2008) Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6 (9), 485-492.

Neiva J., Paulino C., Nielsen M., Krause-Jensen D., Saunders G., Assis J., Bárbara I., Tamigneaux É., Gouveia L., Aires T., Marbá N., Bruhn A., Pearson G. y Serrao E. (2018) Glacial vicariance drives phylogeographic diversification in the amphi-boreal kelp *Saccharina latissima*. *Scientific Reports* 8, 1112.

Olabarria C., Rodil I.F., Incera M. y Troncoso J.S. (2009) Limited impact of *Sargassum muticum* on native algal assemblages from rocky intertidal shores. *Marine Environmental Research* 67 (3), 153-158.

Pardo, C., Bárbara I. y Díaz J. (2010) Ensayo de dos macroalgas marinas gallegas en la protección de pimiento y judía frente al hongo *Botrytis cinerea*. *XV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología*.

Peña V. y Bárbara I. (2002) Caracterización florística y zonación de las algas bentónicas marinas del puerto de A Coruña (N.O. Península Ibérica). *Nova Acta Científica Compostelana* 12, 35-66.

Peña V. y Bárbara I. (2003) *Ceramium cimbricum* H. Petersen in Rosenvinge y *Seirospora interrupta* (J. E. Smith) F. Schmitz (Ceramiales, Rhodophyta) en el noroeste de la Península Ibérica. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 60 (2), 443-447.

Peña V. y Bárbara I. (2006) Revision of the genus *Dasya* (Ceramiales, Rhodophyta) in Galicia (NW Spain) and the addition of a new alien species *Dasya sessilis* Yamada for the European Atlantic coasts. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 63 (1), 13-26.

Peña V. y Bárbara I. (2009) Distribution of the Galician maërl beds and their shape classes (Atlantic Iberian Peninsula): proposal of areas in future conservation actions. *Cahiers de Biologie Marine* 50, 353-368.

Peña V., Adey W.H., Riosmena-Rodríguez R., Jung M-Y, Afonso-Carrillo J., Choi H-G. y Bárbara I. (2011) *Mesophyllum sphaericum* sp. nov. (Corallinales, Rhodophyta): a new maërl-forming species from the NE Atlantic. *Journal of Phycology* 47 (4), 911-927.

Peña V., Pardo C., López L., Carro B., Hernández-Kantún J., Adey W.H., Bárbara I., Barreiro R. y Le Gall L. (2015) *Phymatolithon lusitanicum* sp. nov. (Hapalidiales, Rhodophyta): the third most abundant maërl-forming species in the Atlantic Iberian Peninsula. *Cryptogamie, Algologie* 36 (4): 429-459.

Peña V. y Ruiz de Gauna, T. (2021) *Lithophyllum artabricum* sp. nov. (Corallinales, Rhodophyta): a cryptic species in the Atlantic Iberian Peninsula hitherto assigned to *Lithophyllum stictiforme*. *Cryptogamie, Algologie. En prensa*.

Peña Freire V. (2010) Estudio ficológico de los fondos de maërl y cascajo en el noroeste de la Península Ibérica. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña. España.

Pérez-Cirera J.L., Cremades J. y Bárbara I. (1989a) *Grateloupia lanceola* (Cryptonemiales, Rhodophyta) en las costas de la Península Ibérica: Estudio morfológico y anatómico. *Lazaroa* 11: 123-134.

Pérez-Cirera J.L., Cremades J. y Bárbara I. (1989b) *Griffithsia opuntioides* J. Ag. y *Helminthora divaricata* (C. Ag.) J. Ag., dos nuevos rodófitos para el Noroeste Peninsular. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 45 (2), 547-549.

Pérez-Cirera, J.L., Cremades J. y Bárbara I. (1989c) Precisiones sistemáticas y sinecológicas sobre algunas algas nuevas para Galicia o para las costas atlánticas de la Península Ibérica. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 46 (1), 35-45.

Pérez-Cirera, J.L., J. Cremades y I. Bárbara (1991) Consideraciones sobre *Scytosiphon dotyi* Wynne (Scytosiphonaceae, Fucophyceae), novedad para las costas de la Península Ibérica. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 49 (1), 135-138.

Pérez-Cirera, J.L., Salinas J.M., Cremades J., Bárbara I., Granja A., Veiga A.J. y Fuertes C. (1997) Cultivo de *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyta) en Galicia. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 7, 3-28.

Peteiro C., Salinas J.M., Freire Ó. y Fuertes C. (2006) Cultivation of the autoctonous seaweed *Laminaria saccharina* off the Galician coast (NW Spain): production and features of the sporophytes for an annual and biennial harvest. *Thalassas* 22 (1), 45-53.

Piñeiro-Corbeira C., Barreiro R. y Cremades J. (2016) Decadal changes in the distribution of common intertidal seaweeds in Galicia (NW Iberia). *Marine Environmental Research* 113, 106-115.

Piñeiro-Corbeira C., Barreiro, Cremades J. y Arenas F. (2018) Seaweed assemblages under a climate change scenario: Functional responses to temperature of eight intertidal seaweeds match recent abundance shifts. *Scientific Reports* 8, 12978.

Ramus, A.P., Silliman, B.R., Thomsen, M.S. and Long, Z.T. (2017) An invasive foundation species enhances multifunctionality in a coastal ecosystem. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114 (32), 8580-8585.

Ribera Siguán M.A., Gómez Garreta A., Pérez Ruzafa I., Barceló Martí M.C. y Rull Lluç J. (2005) A new species of *Dictyopteris* (Dictyotales, Phaeophyceae) from the Iberian Peninsula: *Dictyopteris lucida* sp. nov. *Phycologia* 44 (6), 651-657.

Robuchon M., Le Gall L., Gey D., Valero M. y A. Vergés (2014) *Kallymenia crouaniorum* (Kallymeniaceae, Rhodophyta), a new red algal species from the *Laminaria hyperborea* understory community. *European Journal of Phycology* 39 (4), 493-507.

Rubin E., Rodríguez P., Herrero R., Cremades J., Bárbara I. y Sastre M. (2005) Removal of Methylene Blue from aqueous solutions using as biosorbent *Sargassum muticum*: an invasive macroalga in Europe. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 80, 291-298.

Sala, O.E., Chapin III, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R. y Wall, D.H. (2000) Global biodiversity scenarios for the year. *Science* 287, 1770-1774.

Sauvageau C. (1896) Observations générales sur la distribution des Algues dans le Golfe de Gascogne. *Comptes Rendus Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences de Paris, Sciences de la Vie* 122, 1221-1223.

Sauvageau C. (1897) Note préliminaire sur les algues marines du Golfe de Gascogne. *Journal de Botanique* 1-64.

Secilla A., Santolaria A., Díez I. y Gorostiaga J.M. (2006) *Antithamnionella multiglandulosa* sp. nov. (Rhodophyta, Ceramiaceae) from the Atlantic Iberian Peninsula. *Botanica Marina* 49, 129-134.

Urgorri V., Troncoso J.S. y Dobasro J.F. (1992) Malacofauna asociada a una biocenosis de maerl en la ría de Ferrol (Galicia, NO España). *Anales de Biología (Biología Ambiental)* 18, 161-174.

Vergés A., Sánchez N., Peteiro C., Polo L. y Brodie J. (2013) *Pyropia suborbiculata* (Bangiales, Rhodophyta): first records from the northeastern Atlantic and Mediterranean of this North Pacific species. *Phycologia* 52 (2), 121-129.

WoRMS Editorial Board (2017) *World Register of Marine Species*. (Disponible en <http://www.marinespecies.org>). Consultado el 3 de Noviembre de 2017. doi:10.14284/170.

Capítulo 5. Comunidades macroinfaunales submareales del golfo Ártabro

*Santiago Parra, Joaquín Valencia-Vila, Carmen Vázquez
y Juan Fernández*

Centro Oceanográfico de A Coruña. Instituto Español de Oceanografía. Paseo Marítimo Alc.
Fco. Vázquez, 10. 15001. A Coruña.

1. Introducción

Por su situación, riqueza y belleza, las rías gallegas han sido objeto de numerosos y diversos estudios científicos. Las Rías Bajas han sido las más estudiadas debido, posiblemente, a su mayor tamaño o al auge en su entorno de numerosos proyectos empresariales que requerían de estudios científicos previos para conocer su viabilidad económica (p.e. acuicultura, marisqueo, pesca, etc.). El resto de las rías, especialmente las incluidas en el golfo Ártabro, han tenido un desarrollo “científico” posterior, iniciándose a mediados de los años setenta con las investigaciones de diversa índole en la ría de A Coruña (González 1975). En esta ría, las primeras investigaciones sobre comunidades macrobentónicas infaunales en fondos submareales se remontan a mediados de los años ochenta, con la publicación de los trabajos de López-Jamar y Mejuto (1985) que se centraba en la distribución espacial de este tipo de comunidades, así como de las características sedimentarias de los fondos marinos de la ría de A Coruña.

Por otro lado, en la ría de Ferrol se han realizado de numerosos trabajos de carácter faunístico y taxonómico. Debemos destacar los estudios sobre comunidades megaepibentónicas (González-Gurriarán *et al.* 1991), sobre moluscos (Urgorri 1974; Olabarria 1995; Olabarria *et al.* 1995; 1997; 1998; Urgorri *et al.* 1992) y anélidos poliquetos (Parapar 1991; Parapar *et al.* 1993; 1994; 1995; 1996a, b, c). En cuanto a los trabajos de comunidades macroinfaunales, Parra *et al.* (2002) realizaron el primero de los trabajos sinecológico en la ría de Ferrol.

Además, en la ría de Ares-Betanzos se han realizado de numerosos estudios de carácter faunístico y taxonómico. Por grupos faunísticos, debemos destacar los estudios sobre los crustáceos (Sánchez Mata *et al.* 1993a; Míguez-Rodríguez 1980), los moluscos (Garmendia *et al.* 1996; Troncoso 1990; Troncoso y Urgorri, 1992; 1993a; 1993b; Urgorri y Besteiro 1983) y los anélidos poliquetos (Parapar *et al.* 1996a). En cuanto a los trabajos de comunidades infaunales en esta ría, Garmendia (1992) realizó el primero de los numerosos trabajos sinecológicos desarrollados en esta zona. Posteriormente Macías (1994), Sánchez Mata (1995) y Palacio (1996) realizaron diversos estudios de este tipo en la zona estuárica de la ría de Ares, mientras que Sánchez Mata *et al.* (1993b; 1993c) y Troncoso y Urgorri (1993a) lo hicieron para toda su extensión.

Por último, para la plataforma continental, las primeras investigaciones sobre comunidades infaunales se remontan a finales de los ochenta, con la publicación de los trabajos sobre distribución espacial de las comunidades macroinfaunales y de las características sedimentológicas de López-Jamar y González (1987).

En este capítulo se aporta una visión global y actualizada de las comunidades macroinfaunales submareales del golfo Ártabro atendiendo a su distribución espacial, su evolución y sus amenazas. Principalmente se ha utilizado la abundante información científica publicada en los últimos 35 años, aunque también se aportan datos inéditos obtenidos por los autores.

2. Área de estudio

La zona de estudio comprende los fondos submareales arenosos o fangosos de las rías de A Coruña, Ares-Betanzos y Ferrol, así como de la plataforma continental adyacente. La situación y profundidad de todas las estaciones de muestreo estudiadas en este trabajo se muestran en la

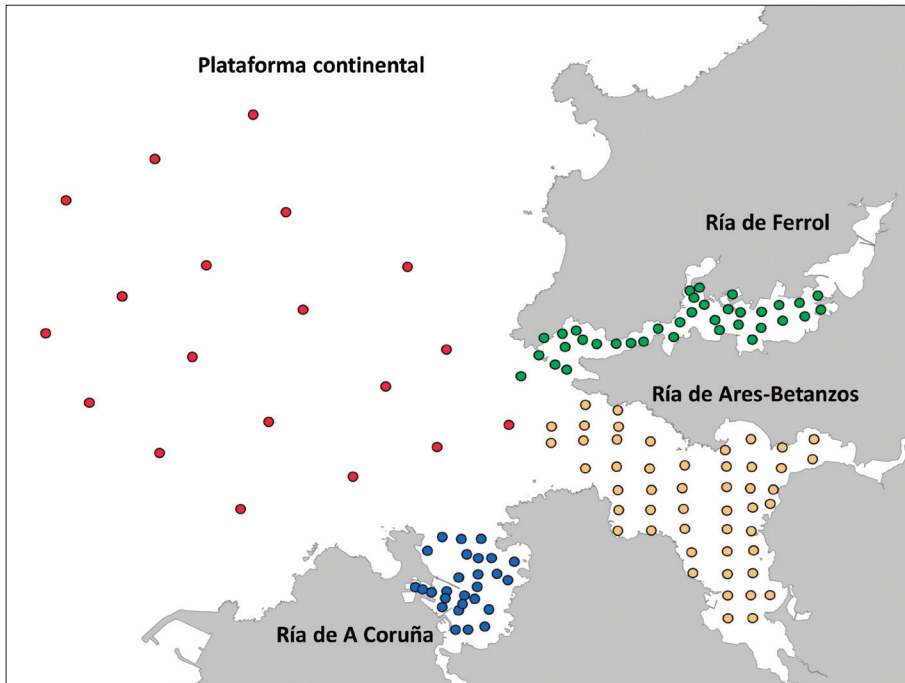


Figura 1: Estaciones de muestreo de sedimento e infauna. Círculos azules: estaciones muestreadas en la ría de A Coruña. Círculos amarillos: estaciones muestreadas en la ría de Ares-Betanzos. Círculos verdes: estaciones muestreadas en la ría de Ferrol. Círculos rojos: estaciones muestreadas en la plataforma continental adyacente (Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; López-Jamar y González 1987; López-Jamar y Mejuto 1985; Parra *et al.* 2002; Sánchez Mata 1996).

figura 1. La profundidad de las estaciones estudiadas en la ría de A Coruña oscila entre los 8 m de la estación más somera a los 33 m de la estación más profunda. Para la ría de Ares-Betanzos tenemos una profundidad media de 15,2 m, variando entre los 2,5 y los 44 m. La profundidad media para la ría de Ferrol es de 16,1 m, con 5 m para la estación más somera y 42 m la más profunda. La profundidad de las estaciones estudiadas en la plataforma continental varía entre los 48 y los 142 m.

Los sedimentos de la toda zona de estudio está dominados por la presencia principalmente de arenas, de distinto calibre, relegándose los sedimentos más finos, fangosos y de mayor contenido orgánico a las áreas más internas de las rías y a las zonas portuarias, donde las corrientes son más débiles y donde existe un gran aporte de materia orgánica procedente tanto de los numerosos cauces fluviales como de los distintos efluentes urbanos (Fig. 2 y 3; Tabla 1).

3. Metodología de estudio

En la mayoría de los trabajos del presente estudio las muestras cuantitativas para el estudio de las comunidades macroinfaunales, así como de los tipos sedimentarios, se recogieron a bordo de barcos oceanográficos o comerciales de distinta eslora, utilizando para ello una draga

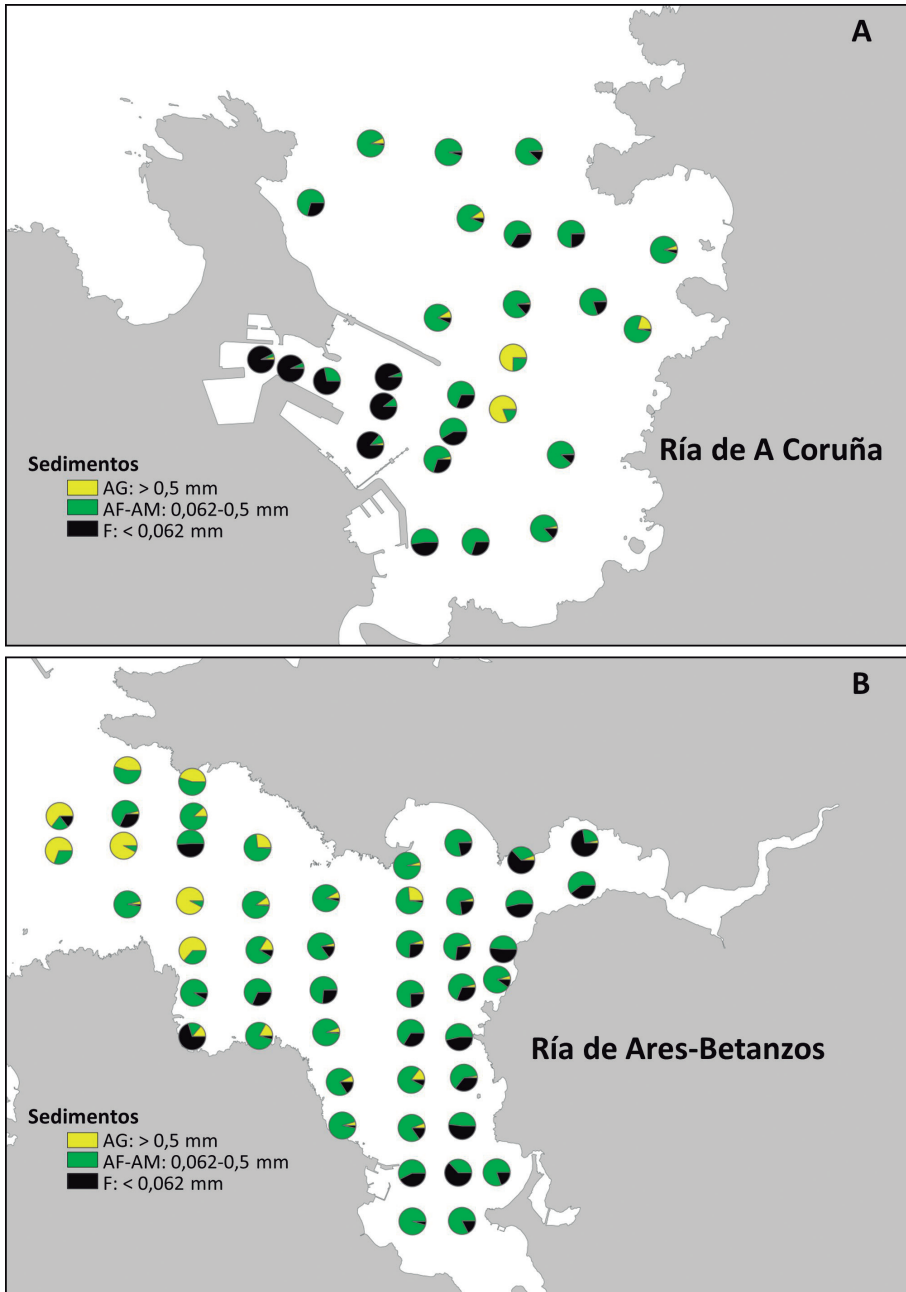


Figura 2: Distribución espacial de los tipos sedimentarios en todas las estaciones muestreadas de las rías de A Coruña (A) y Ares-Betanzos (B). Arenas Gruesas (AG): > 0,5 mm; Arenas Finas y Medias (AF – AM): 0,062 - 0,5 mm; Fangos (F): < 0,062 mm (Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; López-Jamar y Mejuto 1985; Sánchez Mata 1996).

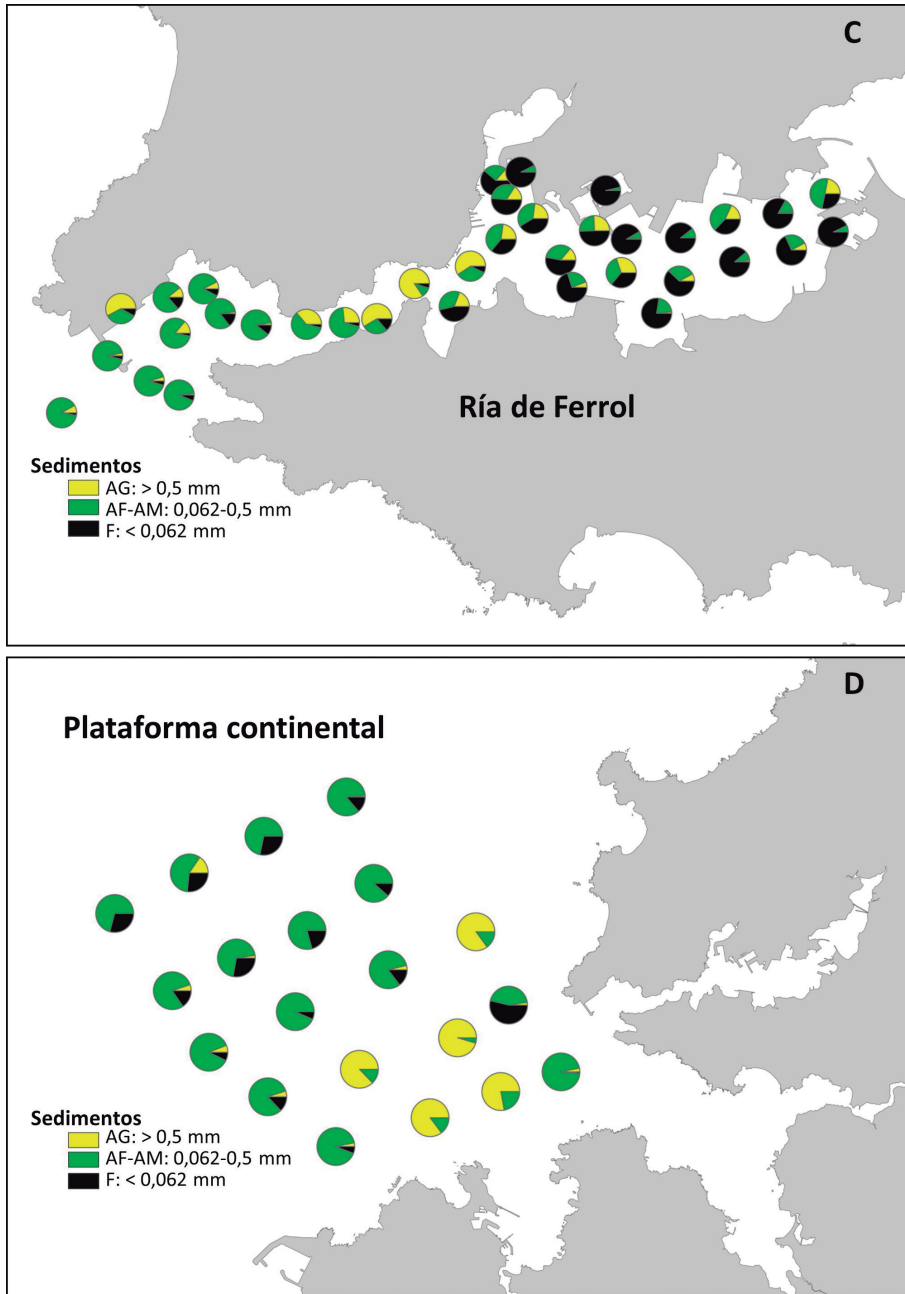


Figura 3: Distribución espacial de los tipos sedimentarios en todas las estaciones muestreadas de la ría de Ferrol (C) y en la plataforma continental adyacente (D). Arenas Gruesas (AG): > 0,5 mm; Arenas Finas y Medias (AF – AM): 0,062 – 0,5 mm; Fangos (F): < 0,062 mm (López-Jamar y González 1987; Parra *et al.* 2002).

Tabla 1: Parámetros sedimentológicos y poblacionales de las comunidades infaunales del área de estudio. Q_{50} : diámetro medio del sedimento; % M.O.: contenido orgánico; K: número de especies; $N\ m^{-2}$: abundancia total ($ind\cdot m^{-2}$). (Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; López-Jamar y González 1987; López-Jamar y Mejuto 1985; Parra *et al.* 2002; Sánchez Mata 1996).

Área	Comunidad	Q_{50} (mm)	% M.O.	K	$N\ m^{-2}$
A Coruña	Arena fina	0,085 - 0,171	1,56 - 4,03	21 - 54	715 - 15019
	Arena gruesa	0,352 - 0,758	1,66 - 2,12	15 - 21	1079 - 2961
	Fango	0,019 - 0,058	6,94 - 15,55	42 - 48	20756 - 29512
	Alterada de fango	0,022 - 0,077	6,75 - 11,00	11 - 31	2171 - 3579
Ares - Betanzos	Arenas gruesas heterogéneas y gravas	0,071 - 5,830	0,72 - 2,61	23 - 63	2366 - 16633
	Arenas medias y finas limpias	0,040 - 5,436	0,56 - 3,22	22 - 49	1800 - 44233
	Arenas finas fangosas y fangos	0,024 - 0,380	1,2 - 8,59	21 - 75	3366 - 63766
	Arenas finas fangosas de poca profundidad	0,017 - 0,060	1,62 - 4,89	20 - 35	2300 - 12433
Ferrol	Alterada de fango	0,013 - 0,017	11,36 - 13,79	12 - 15	823 - 1726
	Fango arenoso	0,014 - 0,063	9,39 - 12,45	25 - 44	2960 - 7761
	Arena muy fina fangosa	0,076 - 0,110	6,09 - 10,11	67 - 101	12539 - 20814
	Arena media y gruesa con conchilla	0,356 - 0,927	2,14 - 2,85	65 - 106	6732 - 68534
	Arena fina	0,144 - 0,167	1,42 - 5,61	67 - 76	13213 - 14002
Plataforma Continental	Arena gruesa	0,538 - 1,414	0,5 - 1,9	32 - 41	1159 - 2475
	Arena fina	0,109 - 0,171	2,6 - 4,0	30 - 42	2728 - 5320
	Arena fina límite comunidad <i>Amphiura filiformis</i>	0,129 - 0,183	1,2 - 2,0	31 - 47	1923 - 4176
	Arena fina de <i>Amphiura filiformis</i>	0,149 - 0,171	2,5	24 - 49	749 - 3853
	Arena fangosa de solapamiento costero	0,058 - 0,225	0,82 - 4,56	24 - 45	814 - 2074

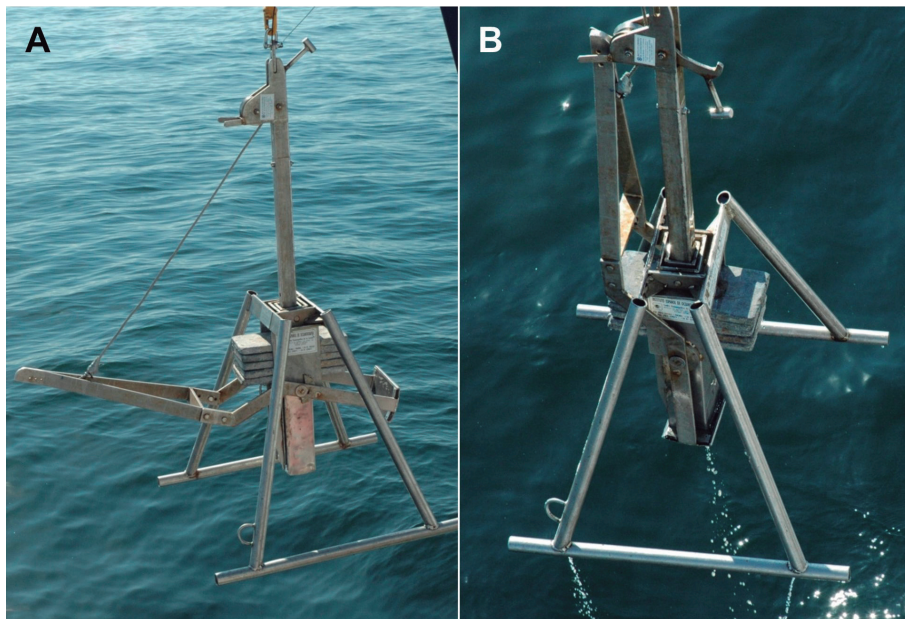


Figura 4: Draga *box corer* utilizada en la mayoría de los estudios infaunales de la zona de estudio. A: *box corer* en posición abierta y colgada de la grúa del buque oceanográfico, preparada para el muestreo; B: *box corer* en posición cerrada y con una muestra recogida en su interior, a punto de ser izada a la cubierta del buque (López-Jamar y González 1987; López-Jamar y Mejuto 1985; Parra 2007; Parra *et al.* 2002).

box corer tipo Bouma con una superficie de muestreo de 0,0175 m² (figura 4; López-Jamar y González 1987; López-Jamar y Mejuto 1985; Parra 2007; Parra *et al.* 2002). Este tipo de draga es el más adecuado para los estudios de la infauna, ya que el prisma de sedimento es recogido prácticamente sin que se altere su estructura vertical (Parra 2007). Por otra parte, los datos que se presentan en este trabajo de la ría de Ares-Betanzos se realizaron con otra metodología basada en el uso de una draga de arrastre semicuantitativa tipo *Rallier du Baty*, por lo que los resultados no son fácilmente comparables a los obtenidos en el resto de las zonas de estudio (Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; Sánchez Mata *et al.* 1993b; Sánchez Mata 1996).

En todas las estaciones de las rías de A Coruña y Ferrol, así como en las de la plataforma continental adyacente, el sedimento se ha tamizado a bordo con una malla de 0,5 mm, a excepción de algunas estaciones con sedimento de arena gruesa, en las que se ha utilizado una malla de 1 mm (López-Jamar y González 1987; López-Jamar y Mejuto 1985; Parra *et al.* 2002). Por el contrario en las estaciones muestreadas en la ría de Ares-Betanzos el tamiz utilizado ha sido principalmente de 1 mm de luz de malla, mientras que en las estaciones muestreadas con la draga semicuantitativa *Rallier du Baty* el tamiz utilizado fue de 2 mm (Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; Sánchez Mata *et al.* 1993b; Sánchez Mata 1996).

Para los estudios faunísticos, en cada estación de las rías de A Coruña y Ferrol, y la plataforma continental adyacente, se tomaron 5 muestras (= 0,0875 m²; López-Jamar y González 1987; López-Jamar y Mejuto 1985; Parra *et al.* 2002); este tamaño de muestra se consideró adecuado para obtener una buena información de la composición y de la estructura de la comunidad

macroinfaunal, y está basado en un estudio de área mínima de muestreo realizado en la ría de A Coruña (López-Jamar y Mejuto 1985). Para la ría de Ares-Betanzos el área mínima utilizada para los estudios faunísticos fue de 0,052 m² (Sánchez Mata *et al.* 1993b; Sánchez Mata 1996; Sánchez Mata *et al.* 1999a).

El análisis granulométrico del sedimento se ha realizado siguiendo el método recomendado por Buchanan (1984), que consiste en una combinación de tamizado en seco de la fracción gruesa (> 62 µm) y de sedimentación a 20 °C de la fracción fina (< 62 µm) en columna de agua destilada (Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; López-Jamar y González 1987; López-Jamar y Mejuto 1985; Parra *et al.* 2002; Sánchez Mata *et al.* 1993b; Sánchez Mata 1996).

El contenido de materia orgánica del sedimento se calculó como la pérdida porcentual en peso por calcinación de la muestra a 500 °C durante 24 horas, después de secarla a 100 °C durante el mismo tiempo (López-Jamar y González 1987; López-Jamar y Mejuto 1985; Parra *et al.* 2002). Por el contrario en las estaciones muestreadas en la ría de Ares-Betanzos el método utilizado ha sido mediante un analizador Carbo Erba NA-1500 siguiendo el procedimiento descrito por Verardo *et al.* (1990) (Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; Sánchez Mata *et al.* 1993b; Sánchez Mata 1996).

4. Las comunidades macroinfaunales submareales y su distribución espacial

El concepto de *comunidad* fue aplicado por primera vez en los estudios de bentos macroinfaunal por Petersen (1913, 1915 y 1918). Además, muchos autores han señalado la importancia de las variables ambientales en la distribución de las comunidades infaunales. Davis (1925) y Jones (1950) consideran que las propiedades físicas del sedimento como los factores que más afectan a la distribución de las comunidades infaunales. Por otro lado, Thorson (1957) indica que hay otros muchos factores que afectan a los organismos bentónicos. De hecho, la fauna bentónica puede dar más información sobre el ambiente sedimentario que éste sobre la fauna (López-Jamar 1986).

El objetivo principal de este trabajo es enumerar todas las comunidades bentónicas macroinfaunales del dominio submareal, descritas hasta la fecha actual, presentes en las rías de A Coruña, Ares-Betanzos, Ferrol y en la plataforma continental adyacente.

4.1. Ría de A Coruña (Figs. 2A y 5A, Tablas 1 y 2)

4.1.1. Comunidad de arena fina

La mayor parte de los fondos de la ría de A Coruña están ocupados por una comunidad propia de arenas finas, muy similar a la comunidad boreal lusitánica de *Tellina* descrita por Stephen (1930) en las costas escocesas. En nuestro caso la especie dominante en esta comunidad es el molusco bivalvo *Tellina fabula*. Esta comunidad se desarrolla en sedimentos de arena fina (diámetro medio entre 0,085 y 0,171 mm), con un contenido orgánico bajo o moderado (1,56 – 4,03 %). El número de especies es bastante variable (21 a 54), lo mismo que la abundancia total infaunal (715 - 15019 ind·m⁻²). Junto a *T. fabula*, las especies más abundantes son los poliquetos *Paradoneis armata*, *Spio decoratus* y *Spiophanes bombyx* (López-Jamar y Mejuto 1985).

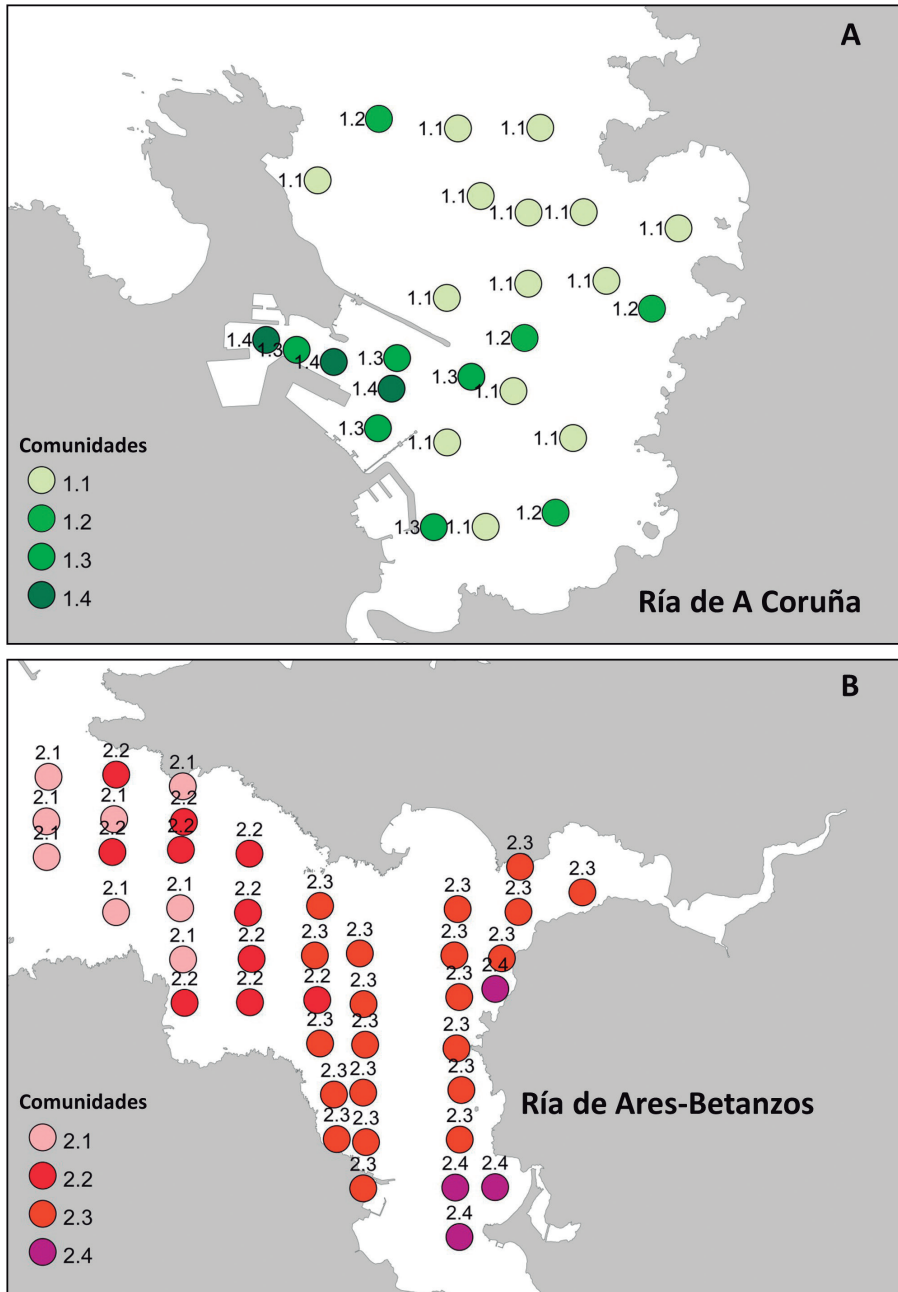


Figura 5: Distribución espacial de las diferentes comunidades infaunales en las rías de A Coruña (A) y Ares-Betanzos (B). 1.1: Comunidad de arena fina; 1.2: Comunidad de arena gruesa; 1.3: Comunidad de fango; 1.4: Comunidad alterada de fango; 2.1: Comunidad de arenas gruesas heterogéneas y gravas; 2.2: Comunidad de arenas medias y finas limpias; 2.3: Comunidad de arenas finas fangosas y fangos; 2.4: Comunidad de arenas finas fangosas de poca profundidad (Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; López-Jamar y Mejuto 1985; Sánchez Mata 1996).

Tabla 2: Relación de especies dominantes de las comunidades infaunales del área de estudio (Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; López-Jamar y González 1987; López-Jamar y Mejuto 1985; Parra *et al.* 2002; Sánchez Mata 1996).

Área	Comunidad	Sp. Dominantes	Fuente
A Coruña	Arena fina	<i>Tellina fabula</i> <i>Paradoneis armata</i>	López-Jamar y Mejuto 1985
	Arena gruesa	<i>Pisione remota</i> <i>Anaitides sp.</i>	López-Jamar y Mejuto 1985
	Fango	<i>Thyassira flexuosa</i> <i>Chaetozone gibber</i>	López-Jamar y Mejuto 1985; López-Jamar y Parra 1997
	Alterada de fango	<i>Ophyotrocha hartmani</i> <i>Capitella capitata</i>	López-Jamar y Mejuto 1985
Ares - Betanzos	Arenas gruesas heterogéneas y gravas	<i>Hyalinoecia bilineata</i> <i>Venus fasciata</i>	Garmendia 1997; Sánchez Mata 1996
	Arenas medias y finas limpias	<i>Hyalinoecia bilineata</i> <i>Venus striatula</i>	Garmendia 1997; Sánchez Mata 1996
	Arenas finas fangosas y fangos	<i>Diplocirrus glaucus</i> <i>Venus striatula</i>	Garmendia 1997; Sánchez Mata 1996
	Arenas finas fangosas de poca profundidad	<i>Diplocirrus glaucus</i>	Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; Sánchez Mata 1996
Ferrol	Alterada de fango	<i>Tubificoides sp.</i>	Parra <i>et al.</i> 2002
	Fango arenoso	<i>Paradoneis lyra</i> <i>Prionospio fallax</i>	Parra <i>et al.</i> 2002
	Arena muy fina fangosa	<i>Paradoneis lyra</i> <i>Ampharete finmarchica</i>	Parra <i>et al.</i> 2002
	Arena media y gruesa con conchilla	Anfipodos indet. Tanaidáceos indet.	Parra <i>et al.</i> 2002
	Arena fina	<i>Spio decoratus</i> Nemertinos indet.	Parra <i>et al.</i> 2002
	Plataforma continental	<i>Mediomastus sp.</i> <i>Protodorvillea kefersteini</i>	López-Jamar y González 1987
	Arena fina	<i>Prionospio malmgreni</i> <i>Paradoneis lyra</i>	López-Jamar y González 1987
	Arena fina límite comunidad <i>Amphiura filiformis</i>	<i>Paradoneis lyra</i> <i>Prionospio malmgreni</i>	López-Jamar y González 1987
	Arena fina de <i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	López-Jamar y González 1987
	Arena fangosa de solapamiento costero	<i>Amphiura filiformis</i> <i>Paradoneis armata</i>	López-Jamar y González 1987

4.1.2. Comunidad de arena gruesa

Presenta una serie de características que la permiten encuadrarla en la comunidad reducida de *Venus fasciatum* - *Spisula elliptica* - *Branchiostoma lanceolatum* descrita por Ford (1923) en fondos de arenas gruesas y asociada a condiciones de mar abierto. Esta comunidad se asienta en sedimentos de arena relativamente gruesa (diámetro medio entre 0,352 y 0,758 mm), con un contenido orgánico bajo (1,66 - 2,12 %). Son abundantes los poliquetos *Pisione remota* y *Anaitides* sp. El número de especies es reducido (15 a 21), así como la abundancia total infaunal (1079 - 2961 ind·m⁻²; López-Jamar y Mejuto 1985).

4.1.3. Comunidad de fango

Esta comunidad se encuentra localizada en los sedimentos fangosos de la zona portuaria (diámetro medio entre 0,019 y 0,058 mm), donde el contenido orgánico es elevado (6,94 - 15,55 %). La especie dominante es el molusco bivalvo *Thyassira flexuosa* donde puede llegar a alcanzar abundancias superiores a los 20000 ind·m⁻². Las siguientes especies más abundantes son el poliqueto *Chaetozone gibber* y oligoqueto *Tubificoides* sp. También es destacada la presencia de los moluscos bivalvos *Abra nitida* y *A. alba*. La riqueza específica es elevada, entre 42 y 48 especies, y la abundancia total infaunal es alta, oscilando entre los 20756 y los 29512 ind·m⁻² (López-Jamar y Mejuto 1985; López-Jamar y Parra 1997).

4.1.4. Comunidad alterada de fango

Se sitúa en sedimentos fangosos o fango arenosos de la zona portuaria (diámetro medio entre 0,022 y 0,077 mm), donde el contenido orgánico es alto (6,75 - 11,00 %). La fauna está muy empobrecida, con un reducido número de especies, entre 11 y 31, y una baja abundancia total infaunal, entre 2171 y 3579 ind·m⁻². Las especies dominantes son los poliquetos *Ophyotrocha hartmani* y *Capitella capitata* (López-Jamar y Mejuto 1985).

4.2. Ría de Ares-Betanzos (Figs. 2B y 5B, Tablas 1 y 2)

4.2.1. Comunidad de arenas gruesas heterogéneas y gravas

Localizada en los fondos más profundos de la boca de la ría, entre los 11 y 45 m, sobre sedimentos de arenas gruesas heterogéneas y gravas (rango de mediana entre 0,072 y 5,830 mm) de muy bajo contenido orgánico (promedio de 1,5 %; Garmendia 1997). Se corresponde a la comunidad de *Venus fasciata* (Sánchez Mata 1996). El número de especies es bastante variable (23 a 63), lo mismo que la abundancia total infaunal (2366 - 16633 ind·m⁻²). Las especies dominantes son los poliquetos *Hyalinoecia bilineata*, *Mediomastus fragilis*, *Pista cristata*, *Aonides oxycephala* y *Glycera lapidum* y los moluscos bivalvos *Venus fasciata*, *Gari tellinella*, *Gari depressa* y *Tellina pygmaea* (Garmendia 1997; Sánchez Mata 1996).

4.2.2. Comunidad de arenas medias y finas limpias

Está ubicada en la zona que sirve de conexión entre la boca de la ría y su parte central. El sedimento de esta comunidad presenta tipos granulométricos muy diversos, con elevados contenidos de arena, predominando las arenas medias y finas con poco contenido pelítico y valores apreciables de las fracciones gruesas, con diámetro medio muy variables, oscilando

entre los 0,040 y los 5,436 mm. El contenido orgánico del sedimento varía entre el 0,56 y el 3,22 %. La riqueza específica es elevada, entre 22 y 49 especies, y la abundancia total infaunal es muy variable, oscilando entre los 1800 y los 44233 ind·m⁻². Las especies características de esta comunidad son los poliquetos *Hyalinoecia bilineata* y *Glycera tridactyla*, los moluscos bivalvos *Venus striatula*, *Tellina fabula*, *Spisula elliptica*, *Mactra corallina*, *Abra alba* y *Gari fervensis*, los moluscos gasterópodos *Ringicula auriculata* y *Nassarius reticulatus*, los equinodermos *Echinocardium cordatum*, *Acrocnida brachiata* y los crustáceos *Ampelisca spinimana* y *Bodotria pulchella* (Garmendia 1997; Sánchez Mata 1996).

4.2.3. Comunidad de arenas finas fangosas y fangos

Comunidad característica de esta ría y que abarca la parte media e interna de la misma, sobre sedimentos de arenas finas, arenas finas fangosas y fangos (diámetro medio entre 0,024 y 0,380 µm), de selección pobre y moderada. El contenido orgánico del sedimento de esta comunidad es muy variable, entre el 1,2 y 8,59 %. La riqueza específica es elevada, entre 21 y 75 especies, y la abundancia total infaunal es alta, oscilando entre los 3366 y los 63766 ind·m⁻². Las especies dominantes son el poliqueto *Diplocirrus glaucus*, los bivalvos *Venus striatula*, *Tellina fabula* y *Nucula nitida*, los gasterópodos *Nassarius pygmaea* y *N. reticulatus*, el equinodermo *Acrocnida brachiata*, y los crustáceos *Bodotria pulchella* y *Ampelisca brevicornis* (Garmendia 1997; Sánchez Mata 1996).

4.2.4. Comunidad de arenas finas fangosas de poca profundidad

Es la comunidad menos extendida en la ría y dominada por los sedimentos de arena muy fina fangosa con un alto contenido pelítico, con diámetro medio estable, oscilando entre los 0,017 y los 0,060 mm. El contenido orgánico del sedimento varía entre el 1,62 y el 4,89 %. Está localizada en la zona más interna de la ría y siempre próximas a la costa, a profundidades someras. El número de especies es reducido (20 a 35) y la abundancia total infaunal variable, oscilando entre los 2300 y los 12433 ind·m⁻². Las especies dominantes son los poliquetos *Diplocirrus glaucus*, que alcanza muy elevadas abundancias, *Nephtys hombergii*, *Spiophanes bombyx* y *Pherusa plumosa*, los moluscos *Nassarius reticulatus*, *Pandora inaequalis*, *Pharus legumen* y *Mactra stultorum*, los crustáceos anfípodos *Ampelisca brevicornis* y *Ampelisca spinimana* y el equinodermo *Acrocnida brachiata* (Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; Sánchez Mata 1996).

4.3. Ría de Ferrol (Figs. 3C y 6C, Tablas 1 y 2)

4.3.1. Comunidad alterada de fango

Localizada en zonas portuarias, muy enriquecidas orgánicamente por vertidos urbanos y portuarios, en sedimentos compuestos de fango (diámetro medio entre 0,013 y 0,017 mm) con un contenido orgánico muy elevado, que oscila entre el 11,36 y el 13,79 %. Esta comunidad presenta una comunidad macroinfaunal muy empobrecida, típica de zonas portuarias contaminadas, con reducido número de especies, entre 12 y 15, y muy baja abundancia total infaunal, entre 823 y 1726 ind·m⁻². La comunidad infaunal está dominada por el oligoqueto *Tubificoides* sp. El poliqueto *Paradoneis lyra* y el molusco bivalvo *Abra alba* son también relativamente abundantes (Parra et al. 2002).

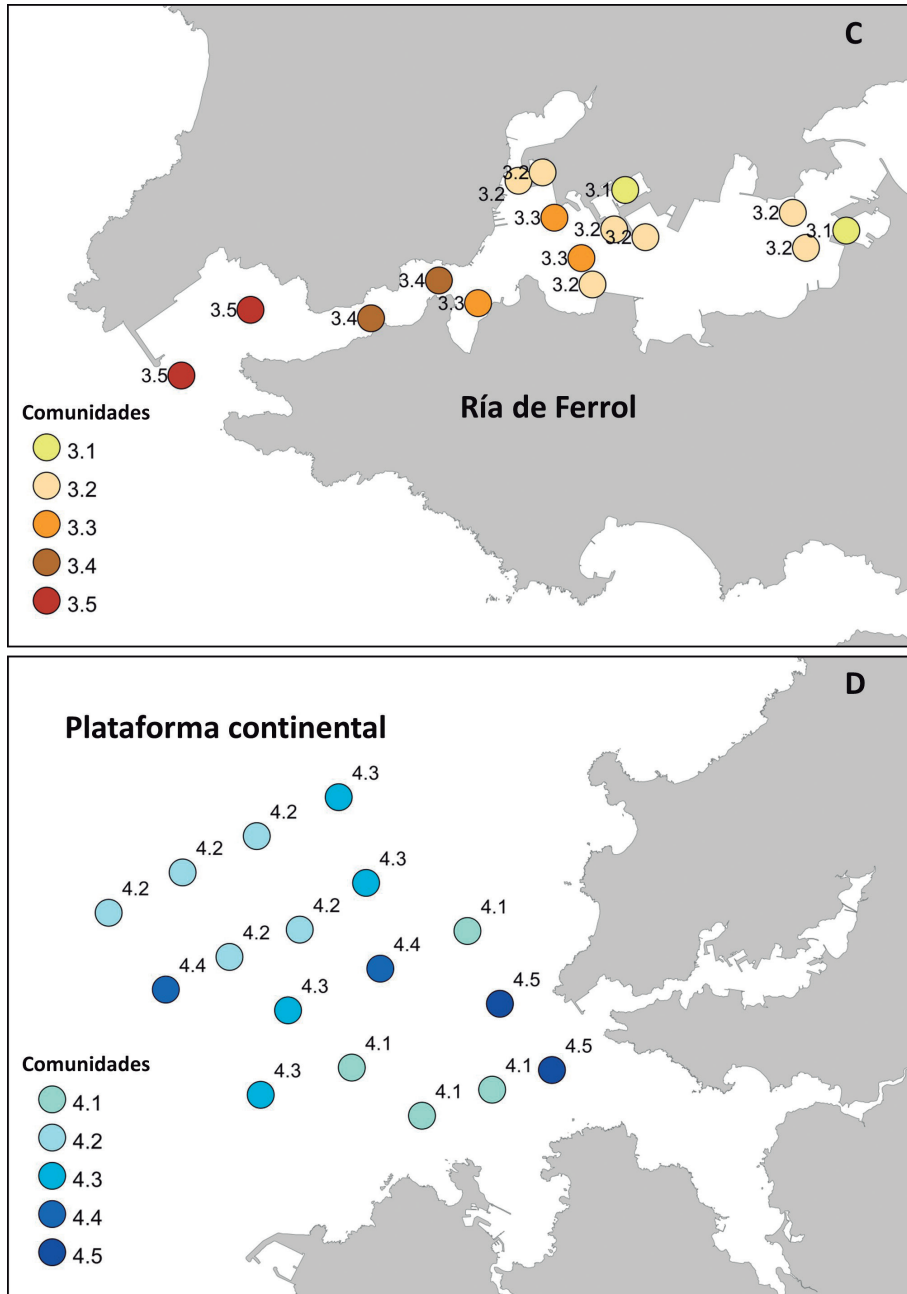


Figura 6: Distribución espacial de las diferentes comunidades infaunales en la ría de Ferrol (C) y en la plataforma continental adyacente (D). 3.1: Comunidad alterada de fango; 3.2: Comunidad de fango arenoso; 3.3: Comunidad de arena muy fina fangosa; 3.4: Comunidad de arena media y gruesa con conchilla; 3.5: Comunidad de arena fina; 4.1: Comunidad de arena gruesa; 4.2: Comunidad de arena fina; 4.3: Comunidad de arena fina, límite de la comunidad de *Amphiura filiformis*; 4.4: Comunidad de arena fina de *Amphiura filiformis*; 4.5: Comunidad de arena fangosa de solapamiento costero (López-Jamar y González 1987; Parra *et al.* 2002).

4.3.2. Comunidad de fango arenoso

Las estaciones estudiadas que forman esta comunidad presentan una similaridad notable. Están localizadas en la parte interna de la ría en zonas portuarias o próximas a ellas. El sedimento característico de esta comunidad es el fango (diámetro medio entre 0,014 y 0,063 mm) con un contenido orgánico muy alto, oscilando entre el 9,39 y el 12,45 %. El número de especies es moderado (25 a 44), lo mismo que la abundancia total (2960 - 7761 ind·m⁻²). Las especies macroinfaunales dominantes son los poliquetos *Paradoneis lyra* y *Prionospio fallax*, así como el molusco bivalvo *Thyasira flexuosa* que es relativamente abundante (Parra *et al.* 2002).

4.3.3. Comunidad de arena muy fina fangosa

Esta comunidad está situada en la zona media de la ría, en sedimentos de arena muy fina con fango, con mala selección y con un diámetro medio de partícula que oscila entre las 0,076 y 0,110 mm. El contenido orgánico del sedimento es muy elevado, entre el 6,09 y 10,11 %. La riqueza específica es elevada, entre 67 y 101 especies, y la abundancia total infaunal es alta, oscilando entre los 12539 y los 20814 ind·m⁻². Las especies infaunales dominantes de la comunidad son los poliquetos *Paradoneis lyra*, *Ampharete finmarchica* y *Monticellina dorso-branchialis* (Parra *et al.* 2002).

4.3.4. Comunidad de arena media y gruesa con conchilla

En esta comunidad la similaridad entre estaciones es relativamente baja y se encuentra situada en el canal de la ría de Ferrol. Esta zona presenta una hidrodinámica muy activa, con importantes corrientes de marea. El sedimento es de arena media o gruesa (diámetro medio entre 0,356 y 0,927 mm) con una proporción variable de conchilla y con un contenido en materia orgánica bajo (entre 2,14 y 2,85 %). La riqueza específica es elevada, entre 65 y 106 especies, y la abundancia total infaunal es muy variable, oscilando entre los 6732 y los 68534 ind·m⁻². Las especies macroinfaunales dominantes son los crustáceos anfípodos y tanaidáceos. Otras especies características son los poliquetos *Sphaerosyllis* spp. y *Notomastus latericeus*, así como los crustáceos *Pisidia longicornis* y *Photis reinhardi* (Parra *et al.* 2002).

4.3.5. Comunidad de arena fina

Esta comunidad, que presenta una similaridad notable, se encuentra localizada en los sedimentos de arena fina en la zona más externa de la ría. El sedimento está compuesto por arena fina (diámetro medio entre 0,144 y 0,167 mm) con un contenido orgánico que varía entre bajo y moderado (entre 1,42 y 5,61 %). La riqueza específica es elevada, entre 67 y 76 especies, y la abundancia total infaunal, también elevada, oscilando entre los 13213 y los 14002 ind·m⁻². Las especies infaunales dominantes de la comunidad son el poliqueto *Spio decoratus* y los Nemertinos indet. También son abundantes los poliquetos *Mediomastus fragilis* y *Paradoneis armata*, el anfípodo *Urothoe brevicornis* y el molusco bivalvo *Thracia phaseolina* (Parra *et al.* 2002).

4.4. Plataforma continental adyacente (Figs. 3D y 6D, Tablas 1 y 2)

4.4.1. Comunidad de arena gruesa

Esta comunidad de plataforma continental ocupa sedimentos compuestos de arena bastante gruesa (diámetro medio entre 0,538 y 1,414 mm), con un contenido orgánico muy bajo (0,5 – 1,9 %). Su rango de profundidad está comprendido entre los 89 y 56 m, próxima a la entrada de las rías de A Coruña y Ares-Betanzos. Son abundantes los poliquetos *Mediomastus* sp., *Protodorvillea kefersteini*, *Aonides oxycephala* y *Hyalinoecia bilineata* y los moluscos bivalvos *Thracia villosiuscula* y *Astarte* cf. *triangularis*. El número de especies es moderado, entre 32 y 41, y baja la abundancia total infaunal, oscilando entre los 1159 y los 2475 ind·m⁻² (López-Jamar y González 1987). Estas características la encuadran en la comunidad reducida de *Venus fasciata* - *Spisula elliptica* - *Branchiostoma* descrita por Thorson (1957) en fondos de arenas gruesas y asociada a condiciones de mar abierto.

4.4.2. Comunidad de arena fina

Localizada en sedimentos profundos de la plataforma continental adyacente (entre los 127 y 142 m). Estos sedimentos están constituidos por arena fina (diámetro medio entre 0,109 y 0,171 mm), con un contenido orgánico moderado (2,6 – 4,0 %). El número de especies es moderado (30 a 42) y la abundancia total infaunal presenta los valores más altos de la plataforma continental en esta zona (2728 - 5320 ind·m⁻²). Las especies dominantes de la comunidad son los poliquetos *Prionospio malmgreni* y *Paradoneis lyra*, y los moluscos bivalvos *Abra alba* y *Thyasira* cf. *ferruginea* (López-Jamar y González 1987).

4.4.3. Comunidad de arena fina, límite de la comunidad de *Amphiura filiformis*

Esta comunidad ocupa sedimentos de arena fina (diámetro medio entre 0,129 y 0,183 mm), con un contenido orgánico bajo (1,2 – 2,0 %) y a menores profundidades que la comunidad anterior (entre 96 y 138 m). El número de especies es también moderado (31 a 47) y la abundancia total infaunal alcanza valores altos, entre los 1923 y los 4176 ind·m⁻². Las especies dominantes son los poliquetos *Paradoneis lyra* y *Prionospio malmgreni* y los moluscos bivalvos *Tellina donacina* y *Thyasira* cf. *ferruginea* (López-Jamar y González 1987). En esta comunidad la abundancia del equinodermo *Amphiura filiformis* es moderada (80 - 440 ind·m⁻²) por lo que la podemos encuadrar dentro de la comunidad de *Amphiura filiformis* (López-Jamar y González 1987).

4.4.4. Comunidad de arena fina de *Amphiura filiformis*

Esta comunidad está dominada por el equinodermo *Amphiura filiformis*, llegando a alcanzar abundancias entre los 229 y los 1029 ind·m⁻². Está localizada a una profundidad próxima a los 100 m (entre 102 y 106 m) y se caracteriza por la presencia de arenas finas (diámetro medio entre 0,149 y 0,171 mm) con un contenido orgánico moderado del 2,5 %. El número de especies es moderado, entre 24 y 49, y la abundancia total infaunal varía entre baja y moderada, oscilando entre los 749 y los 3853 ind·m⁻² (López-Jamar y González 1987).

4.4.5. Comunidad de arena fangosa de solapamiento costero

En esta comunidad se comparten especies dominantes de la comunidad de arena fina de *Amphiura filiformis* (*A. filiformis* y *Leptosynapta bergensis*) con la comunidad costera de arena fina

del la zona externa de la ría de Ferrol (*Paradoneis armata* y *Tellina fabula*). La encontramos localizada a una profundidad entre los 48 y 68 metros, sobre fondos de arena fina (0,225 mm) o arena fangosa (0,058 mm) de bajo a moderado contenido orgánico (0,82 – 4,56 %). El número de especies es moderado, entre 24 y 45, y con una abundancia total infaunal que oscila entre baja a moderada, entre los 814 y 2074 ind·m⁻². Esta comunidad se puede considerar como una comunidad de solapamiento entre la comunidad de *Amphiura filiformis* y la comunidad costera de *Paradoneis armata* – *Tellina fabula* de la ría de A Coruña citada por López-Jamar y Mejuto (1985; López-Jamar y González 1987).

5. Evolución

5.1. Evolución temporal de dos comunidades macroinfaunales submareales en la ría de A Coruña

Los estudios temporales de comunidades bentónicas macroinfaunales en zonas costeras, son de gran interés para conocer el estado de salud de los fondos sometidos a presión antropogénica (vertidos urbanos, dragados portuarios, etc.). Desde 1982 el equipo de bentos del Centro Oceanográfico de A Coruña estudia la variación temporal a largo plazo de dos comunidades bentónicas infaunales, situadas en la ría de A Coruña (Fig. 7).

Una de las comunidades está localizada en sedimentos fangosos e hipóxicos de la zona portuaria, donde tuvo lugar un dragado portuario en 1982. Después de una recuperación relativa-

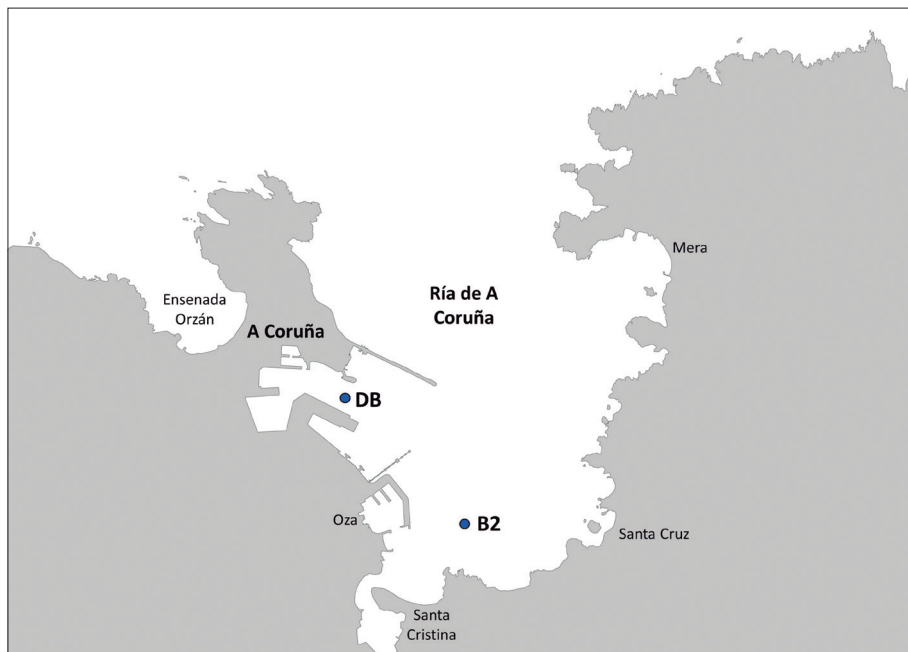


Figura 7: Estaciones de muestreo temporal de sedimento e infauna en la ría de A Coruña (López-Jamar et al. 1995; 1996; Parra et al. 2008).

mente rápida al finalizar los dragados, la comunidad macroinfaunal se muestra bastante estable a lo largo del tiempo, a pesar de las frecuentes alteraciones del sedimento. Esta comunidad está dominada por el molusco bivalvo *Thyasira flexuosa* y por diversos poliquetos oportunistas. La alta estabilidad de esta comunidad es debida a la dominancia de especies oportunistas de ciclo de vida corto, y por tanto, bien adaptados a las alteraciones del medio (López-Jamar *et al.* 1995; 1996; Parra *et al.* 2008).

La otra comunidad está asentada en fondos de arenas finas relativamente limpias y de bajo contenido orgánico. Desde el punto de vista infaunal, esta comunidad está dominada por especies de ciclo biológico relativamente largo, como el molusco bivalvo *Tellina fabula* y el poliqueto *Paradoneis armata*. Esta comunidad muestra una gran variación temporal, tanto estacional como interanualmente (López-Jamar *et al.* 1995; 1996; Parra *et al.* 2008).

La composición específica de ambas comunidades permanece muy estable a lo largo del tiempo, aunque la dominancia relativa de las especies principales puede cambiar. Como veremos más adelante del presente trabajo, el vertido de hidrocarburos del petrolero *Aegean Sea* en esta ría, el 3 de diciembre de 1992, ha afectado a estas dos comunidades infaunales produciendo un descenso de las especies macroinfaunales más sensibles, sobre todo de los crustáceos anfipodos, así como a la proliferación en algunos casos de especies oportunistas, como los poliquetos *Pseudopolydora* cf. *paucibranchiata* y *Capitella capitata* (López-Jamar *et al.* 1995; 1996; Parra 2007; Parra *et al.* 2008).

6. Amenazas

6.1. Dragados portuarios

Una de las actividades periódicas de mantenimiento de los puertos son los dragados portuarios, cuyo objetivo es mantener los calados portuarios óptimos para la correcta navegación de los buques por los mismos. Entre 1981 y 1982 se realizaron diversas labores de dragado en el puerto de A Coruña que finalizaron en noviembre de 1982, afectando directamente a una comunidad macroinfaunal sobre sedimentos fangosos de la que se estaba realizando, 4 meses antes, un seguimiento temporal. Previamente al dragado, dicha comunidad (estación DB; Fig. 7), situada sobre un sedimento fangoso (diámetro medio entre 18 y 27 μm) con alto contenido orgánico, estaba dominada por el bivalvo *Thyasira flexuosa* y por el poliqueto *Chaetozone gibber*, ambos con densidades muy elevadas (15000 a 20000 ind·m⁻²; López-Jamar y Mejuto 1988).

Tras el dragado de los fondos portuarios la comunidad macroinfaunal se redujo drásticamente a unas pocas y nuevas pequeñas especies de ciclo de vida corto. Tras la finalización de los trabajos portuarios se estudió la evolución temporal de dicha comunidad infaunal durante un año, y se compararon con la de una estación próxima no afectada por el dragado portuario. Tras un año de seguimiento se pudo constatar un incremento significativo de la riqueza específica, de la abundancia y de la biomasa total infaunal. Por otro lado, también se pudo comprobar el aumento de la similaridad entre la comunidad afectada por el dragado y la de referencia próxima, que no se vio afectada (López-Jamar y Mejuto 1988).

La diversidad de la comunidad macroinfaunal afectada inicialmente sufrió un incremento debido a la proliferación de nuevas especies colonizadoras, oportunistas, durante el periodo

de dragado, pero posteriormente se ha observado una progresiva reducción debido a la gran dominancia del molusco bivalvo *T. flexuosa*. La recuperación total de la comunidad infaunal se alcanzó a los 6 meses tras la finalización de las operaciones de dragado portuario, aproximándose a los valores normales de abundancia macroinfaunal, pero no los de biomasa que tardaron más tiempo en alcanzar los valores normales de la comunidad de referencia (López-Jamar y Mejuto 1988).

6.2. Vertidos contaminantes

El accidente del petrolero *Aegean Sea*, en diciembre de 1992, en la boca de la ría de A Coruña, produjo una marea negra de hidrocarburos que contaminó más de 200 km del litoral coruñés, penetrando la mancha de crudo en las rías de A Coruña, Ares-Betanzos y Ferrol, así como en la plataforma continental próxima (Fig. 8). Parte de los hidrocarburos vertidos tras el accidente se hundieron y depositaron sobre el lecho marino, llegando a penetrar en algunas zonas varios centímetros en los sedimentos más arenosos (Fig. 9). A consecuencia de dicho vertido de hidrocarburos se produjeron diversas alteraciones en los ciclos temporales de algunas especies macroinfaunales del bentos submareal (Parra y López-Jamar 1997).

Aunque la composición y estructura de las comunidades infaunales estudiadas no han cambiado radicalmente como consecuencia del vertido, sí se han producido importantes fluctuaciones de los principales parámetros poblacionales, debido fundamentalmente a la mortalidad selectiva de las especies más sensibles, sobre todo anfípodos, así como a la proliferación en algunos casos de especies oportunistas (Parra 2007).

En la ría de A Coruña, Ferrol y la plataforma continental adyacente un efecto importante del vertido de hidrocarburos fue el gran incremento de la abundancia de algunas especies oportunistas, sobre todo de los poliquetos *Pseudopolydora* cf. *pauibranchiata* y *Capitella capitata* (Fig. 10). Este incremento fue de poca duración, volviendo en pocos meses a los niveles habituales. Otras especies que tuvieron un comportamiento de este tipo son los poliquetos *Pseudopolydora pulchra*, *Diopatra neapolitana*, *Phyllodoce lineata*, *Glycera tridactyla*, *Malacoceros girardi*, *Malacoceros* sp. y *Ophryotrocha hartmanni*. Otras especies que también se vieron favorecidas por el vertido del *Aegean Sea*, ya que su abundancia experimentaron aumentos significativos, fueron el poliqueto *Ophiodromus flexuosus*, el oligoqueto *Tubificoides* sp., el cnidario *Cerianthus* sp. y el molusco bivalvo *Tellina fabula* (Parra 2007).

En otros estudios realizados sobre la contaminación del vertido del petrolero *Aegean Sea* realizados en la ría de Ares-Betanzos, no se ha detectado un incremento de poliquetos oportunistas (Sánchez Mata 1996; Gómez-Gesteira 2001), destacando la desaparición temporal, tras el vertido de hidrocarburos, del poliqueto oportunista *Capitella capitata* (García Gallego 1998). Las posibles causas de la ausencia de incrementos de especies oportunistas podrían estar relacionadas con la concentración de hidrocarburos en el sedimento o por diferencias metodológicas de muestreo, como es el mayor diámetro de la luz de malla, de 1 mm, para el tamizado de las muestras (Parra 2007).

Otro importante efecto del vertido sobre la biodiversidad ha sido la elevada mortalidad en especies sensibles, que causa una importante disminución de su abundancia, o incluso su desaparición de la comunidad durante meses o años tras el vertido. Estas especies pertenecen fundamentalmente al grupo de los crustáceos peracáridos, especialmente los anfípodos,



Figura 8: Extensión y disposición de la marea negra (color rojo) en la superficie del agua de las rías de La Coruña, Ares y Ferrol, diez días después del naufragio del petrolero *Aegean Sea* (13/12/1992). Imagen tomada por el satélite ERS-1 de la Agencia Europea del Espacio (Parra 2007).



Figura 9: Aspecto de una muestra de sedimento extraída con el *box corer* en la estación BR2 (boca de la ría de Ares-Betanzos) en mayo de 1993. A unos 10-12 cm de la superficie se observa la arena impregnada de petróleo del vertido *Aegean Sea* (Parra 2007).

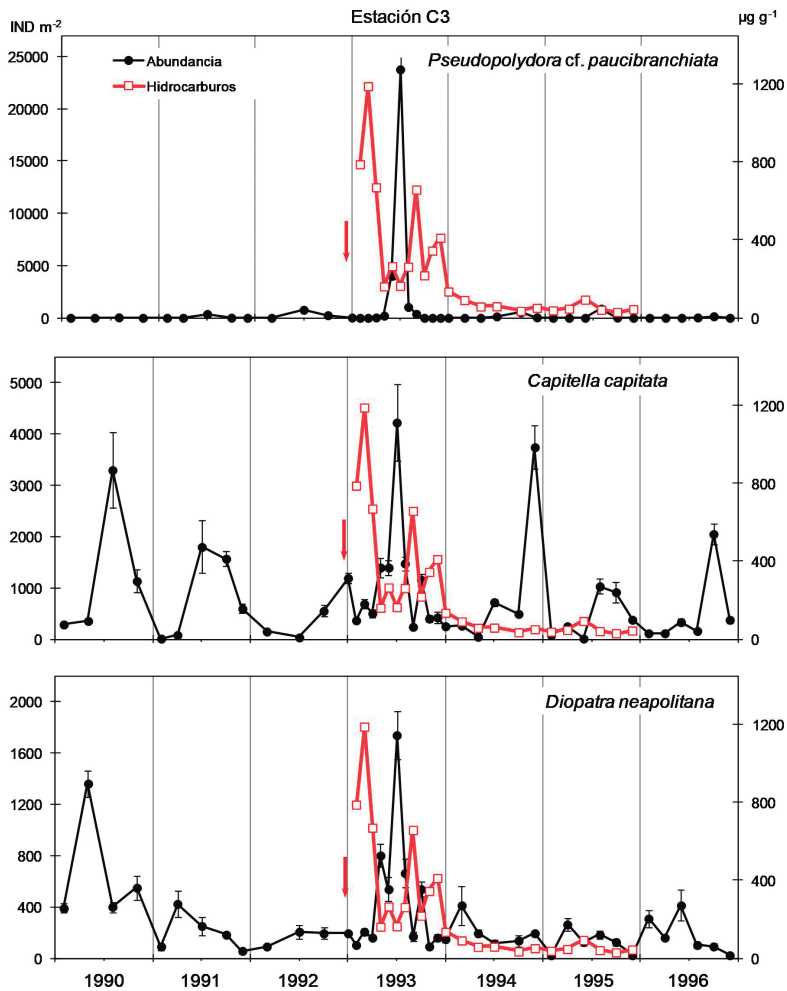


Figura 10: Variación temporal de la abundancia de los poliquetos *Pseudopolydora* cf. *paucibranchiata*, *Capitella capitata* y *Diopatra neapolitana* (ind·m⁻²; media ± desviación típica; línea negra) y concentración de hidrocarburos totales en el sedimento (µg·g⁻¹; línea roja) en la estación B2 de la ría de A Coruña. La flecha roja indica el momento del vertido (Parra 2007).

cumáceos, ostrácodos y tanaidáceos (Fig. 11), aunque también se registran disminuciones o mortalidades en otros grupos faunísticos como en los moluscos y poliquetos. Podemos destacar como grupos o especies sensibles a los hidrocarburos al grupo de los anfípodos en general, y dentro de éstos, a las especies *Perioculodes longimanus*, *Megaluropus agilis*, *Megamphopus cornutus*, *Pontocrates altamarinus*, *Coremapus versiculatus*, *Gammaropsis maculata*, *Ampelisca brevicornis*, *Argissa hamatipes* y *Urothoe* cf. *brevicornis*; al grupo de los cumáceos en general, y dentro de éstos, a la especie *Eudorella truncatula*; a los grupos de los ostrácodos y tanaidáceos; a los bivalvos *Abra alba* y *A. nitida*; a los poliquetos *Pista cristata*, *Polycirrus* sp., *Clymene*

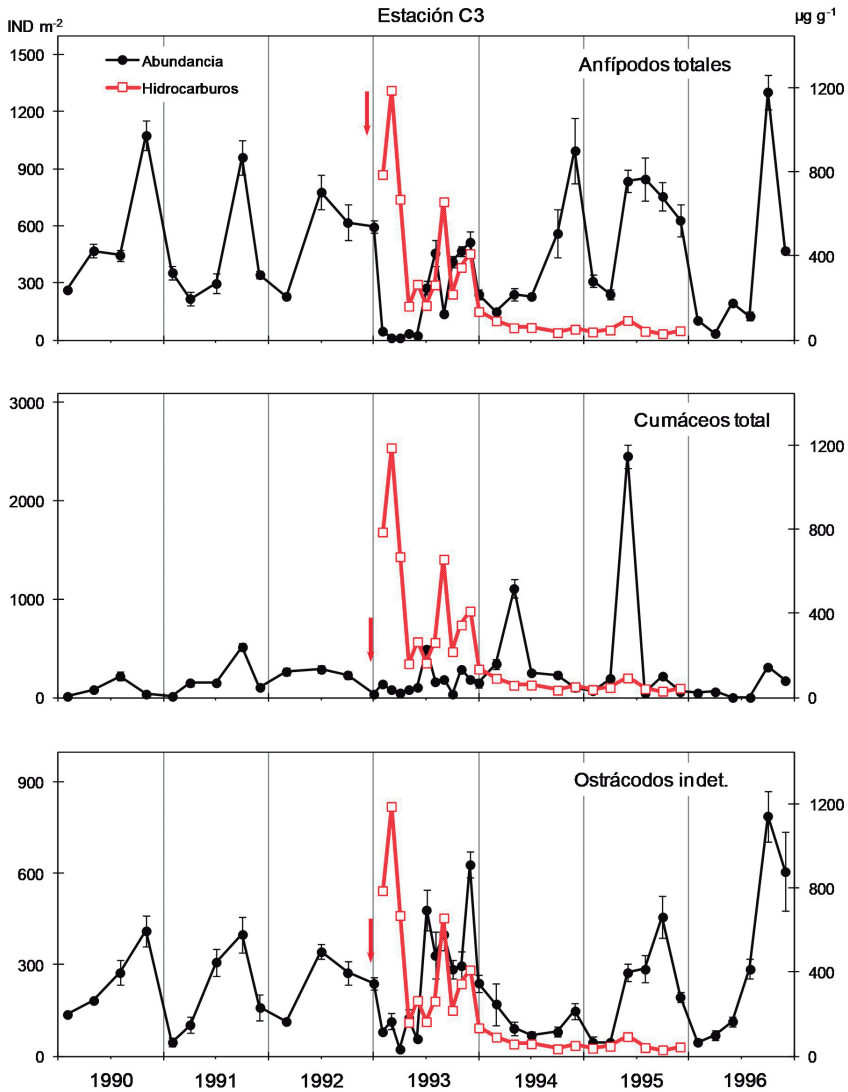


Figura 11: Variación temporal de la abundancia de los crustáceos Anfípodos totales, Cumáceos totales y Ostácodos indet. (ind·m⁻²; media ± desviación típica; línea negra) y concentración de hidrocarburos totales en el sedimento (µg g⁻¹; línea roja) en la estación B2 de la ría de A Coruña. La flecha roja indica el momento del vertido (Parra 2007).

collaris, *Schistomerings caeca*, *Armandia polyophthalma*, *Mediomastus fragilis*, *Aonides oxycephala*, *Diplocirrus glaucus* y *Janice conchilega* (Parra 2007).

En otros estudios realizados en la ría de Ares-Betanzos sobre el efecto de la contaminación producida por el vertido del petrolero *Aegean Sea* también se ha detectado una alta mortalidad del crustáceo anfípodo del género *Ampeleisca* (Sánchez Mata 1996; García Gallego 1998; Gómez-Gesteira 2001).

7. Otros estudios relacionados

7.1. Dinámica, crecimiento y producción de algunos bivalvos macroinfaunales submareales

Pese a que este tipo de estudios son más frecuentes en las zonas costeras intermareales, en la ría de A Coruña se han realizado números estudios en el dominio submareal sobre la dinámica, crecimiento y producción de algunas de las principales especies de moluscos bivalvos macroinfaunales como los bivalvos *Abra alba*, *A. nítida* y *Thyasira flexuosa* (Francesch y López-Jamar 1991; López-Jamar *et al.* 1987; López-Jamar y Parra 1997).

Los estudios de *A. alba* y *A. nítida* se han realizado en una zona submareal situada en el puerto de A Coruña, donde el sedimento es predominantemente fangoso y de alto contenido orgánico. La densidad del bivalvo *A. alba* oscila entre 97 y 2939 ind·m⁻² y la tasa de crecimiento más alta se presenta para t = 0,6 años. La mayor parte del crecimiento se produce durante el primer año, al cabo del cual *A. alba* alcanza de 13 a 14 mm de longitud. La producción de *A. alba* se sitúa entre 2,89 y 14,71 g PSSC·m⁻²·año⁻¹, y los valores de P/B oscilan entre 2,13 y 4,03 (Francesch y López-Jamar 1991).

Por el contrario, la densidad del bivalvo *A. nítida* varía entre 46 y 480 ind·m⁻². Al cabo del primer año, *A. nítida* alcanza una talla de 11 a 12 mm, pero el crecimiento se hace mucho más lento a partir de ese tamaño. La producción de esta especie es mucho más baja, variando entre 0,76 y 1,10 g PSSC·m⁻²·año⁻¹, y los valores de P/B van de 2,44 a 2,81 (Francesch y López-Jamar 1991).

También se ha estudiado la dinámica, crecimiento y producción del molusco bivalvo *Thyasira flexuosa* en sedimentos fangosos portuarios tras la recolonización producida después de un importante dragado portuario en el puerto de A Coruña. Esta especie es el organismo macroinfaunal dominante de la comunidad, con densidades muy altas, de más de 22000 ind·m⁻², durante las tres sucesivas cohortes tras los dragados. Este bivalvo parece estar asociado a fondos de elevado contenido orgánico y es tolerante a la contaminación por hidrocarburos. Los ejemplares juveniles aparecen desde enero hasta el final de la primavera, con un marcado pico de abundancia entre abril y mayo. La intensidad de este reclutamiento no varía mucho de un año a otro (López-Jamar *et al.* 1987; López-Jamar y Parra 1997).

El tamaño medio de los individuos de *T. flexuosa* varía entre los 3,2 y 4,8 mm al final del primer y segundo año de vida, respectivamente, aunque el crecimiento individual muestra grandes variaciones. La producción media de *T. flexuosa* es de 4,7 g PSSC·m⁻²·año⁻¹, con un valor medio de P/B de 1,39. Las variaciones en el crecimiento y en la producción entre un año y otro son debidas principalmente a la competición intraespecífica producida por las altas densidades de *T. flexuosa* (López-Jamar *et al.* 1987; López-Jamar y Parra 1997).

7.2. Comunidades suprabentónicas de la ría de A Coruña y la plataforma continental adyacente

A diferencia con la infauna, el suprabentos es la parte de la fauna bentónica constituida por animales de pequeña talla, principalmente crustáceos, que a pesar de estar ligados al fondo,

poseen buenas capacidades natatorias y pueden ocupar, durante periodos y distancias variables, la capa de agua inmediatamente adyacente al sustrato (Brunel *et al.* 1978).

El muestreo de este tipo de comunidades se realiza mediante un trineo suprabentónico equipado con dos redes superpuestas de 0,5 mm de luz de malla, con un sistema mecánico de apertura y cierre activado por contacto con el fondo. Este sistema permite el muestreo cuantitativo de la fauna suprabentónica en dos capas de agua de 0-50 y 50-75 cm sobre el fondo marino (Fig. 12; Frutos 2006).

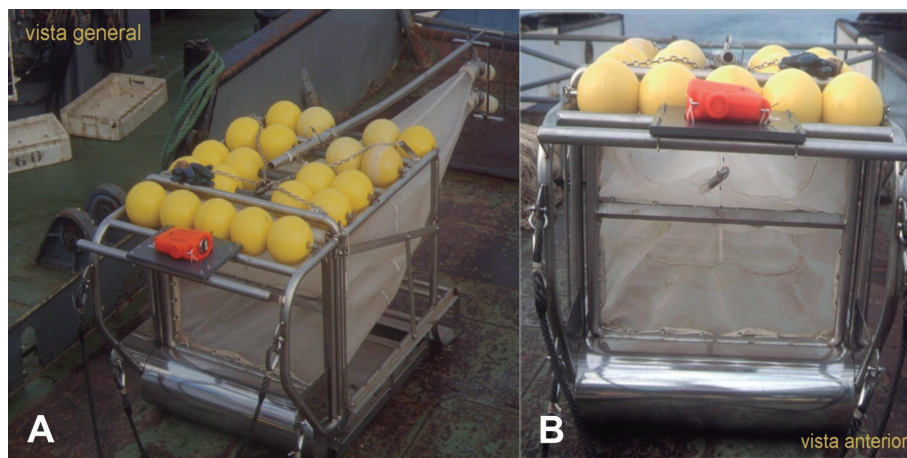


Figura 12: Trineo suprabentónico utilizada para el estudio espacial y temporal de las comunidades suprabentónicas de la ría de A Coruña y de la plataforma continental adyacente. A: vista general del trineo; B: vista anterior del trineo, con la cortina levantada, mostrando las dos redes superpuestas (Frutos 2006).

En la ría de A Coruña se ha encontrado una única comunidad suprabentónica asociada a los fondos de arenas finas, y la posible existencia de otra comunidad diferente en la zona fangosa del puerto. Por otro lado, en la plataforma adyacente a la ría de A Coruña se diferencian una comunidad situada en la plataforma propiamente dicha, y otra en el inicio del talud. En el caso de la ría, la distribución de la fauna suprabentónica estaría relacionada con la naturaleza del sedimento, mientras que el factor que más influye en la distribución de la fauna en la plataforma sería la batimetría. El carácter oceánico que presenta la ría ha permitido la aparición, en su parte más interna, de especies típicamente oceánicas, como los crustáceos misidáceos *Schistomysis kervillei*, *Schistomysis spiritus*, *Acanthomysis longicornis* y *Siriella armata*, los crustáceos anfípodos *Megalucorpus agilis* y *Atylus swammerdami* y el crustáceo cumáceo *Pseudocumma longicornis* (Frutos 2006).

Aualmente esta comunidad suprabentónica presenta dos máximos de abundancia, uno en primavera y otro en otoño, debido a la alta presencia de misidáceos, y otro máximo en verano por la gran abundancia del grupo de los anfípodos. En enero son frecuentes las proliferaciones masivas del misidáceo *Mesopodopsis slabberi* (Frutos 2006).

7.3. Redes tróficas en la ría de A Coruña

Dentro del marco del Proyecto ANILE se estudió la estructura trófica de las comunidades macroinfaunales de las estaciones DB y B2 (Fig. 7) mediante el análisis de las proporciones de los distintos isótopos de nitrógeno y carbono. Este trabajo reflejó que la principal fuente de materia orgánica para estas comunidades procedía del seston. Por el contrario, fuentes tales como las plantas estuáricas o la materia de origen terrestre no parecían tener gran importancia en ninguna de las estaciones analizadas.

Sin embargo, en el caso de la estación fangosa con alto contenido orgánico (DB) se observó una red trófica adicional que tiene su origen en bacterias quimiosintéticas. En dicha estación se encuentran presentes los moluscos bivalvos *Thyassira flexuosa* y *Myrtea spinifera*, estas especies contienen bacterias quimioautótrofas en simbiosis que usan compuestos reducidos del azufre o metano como fuente de energía y CO_2 presente en el agua intersticial como fuente de carbono. Los datos sugieren que al menos una parte de la materia orgánica fijada por estas bacterias simbióticas pasa a la red trófica general, probablemente vía las partículas de detritus liberadas por los moluscos que le sirven de huésped (Bode *et al.* 2014).

7.4. Marisqueo en el golfo Ártabro

Las zonas de aprovechamiento marisquero se encuentran básicamente en las zonas más internas de las rías. En el caso de la de Ferrol la explotación se realiza prácticamente en toda la ría, incluido en su parte más externa (Fig. 13).

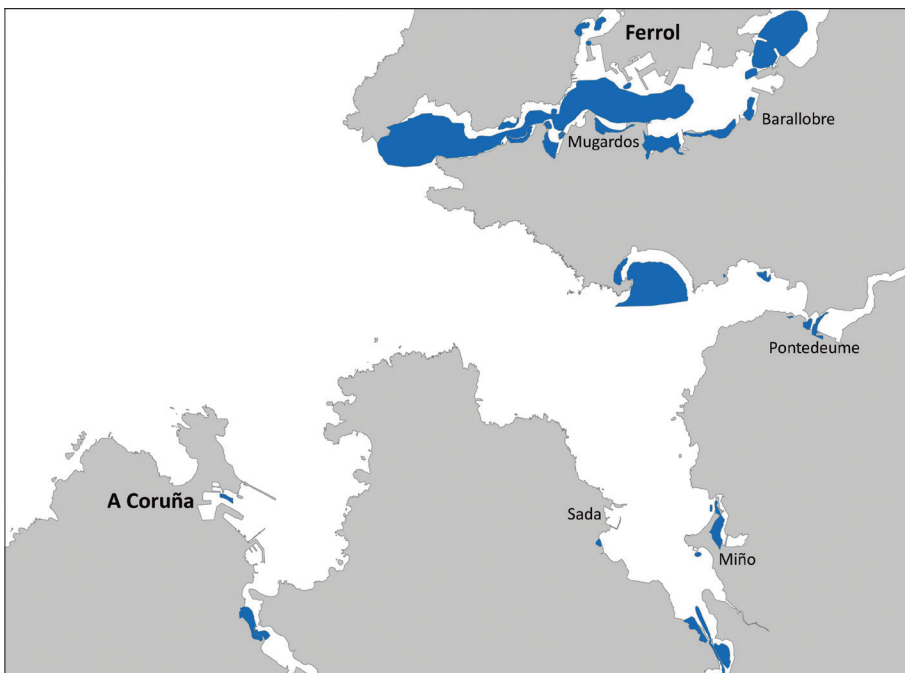


Figura 13: Principales zonas de marisqueo del golfo Ártabro (Fuente: <https://recursosmarinos.udc.es>).

Las especies explotadas comercialmente por el marisqueo en el golfo Ártabro son básicamente bivalvos macroinfaunales (Tabla 3). Entre ellas las más significativas son las almejas (*Venerupis* spp. y *Ruditapes* spp.) y el berberecho (*Cerastoderma edulis*). La almeja babosa fue la especie con más cantidad de capturas y mayor volumen de facturación (Tabla 4; Consellería do Mar 2019).

Tabla 3: Listado de especies explotadas comercialmente mediante marisqueo en el el golfo Ártabro (Planes de Explotación de las Cofradías, <https://www.pescadegalicia.gal>).

Especie
Almeja babosa (<i>Venerupis pullastra</i>)
Almeja fina (<i>Ruditapes decussatus</i>)
Almeja japonesa (<i>Ruditapes philippinarum</i>)
Almeja rubia (<i>Venerupis rhomboideus</i>)
Almeja dorada (<i>Polittapes aureus</i>)
Berberecho (<i>Cerastoderma edule</i>)
Ostra plana (<i>Ostrea edulis</i>)
Ostra rizada (<i>Crassostrea gigas</i>)
Longueirón vello (<i>Solen marginatus</i>)
Bigaro (<i>Littorina littorea</i>)
Navaja (<i>Ensis arcuatus</i> , <i>E. siliqua</i> y <i>E. magnus</i>)
Lapa (<i>Patella</i> sp.)
Zamburiña (<i>Chlamys varia</i>)
Almeja vieja, carneiro (<i>Venus verrucosa</i>)
Reloj (<i>Dosinia exoleta</i>)
Saltón, capellán (<i>Laevicardium crassum</i>)
Berberecho bravo (<i>Acanthocardia echinata</i>)

Tabla 4: Captura y facturación de moluscos de marisqueo de la zona Coruña-Ferrol (Fuente: Anuario de Pesca de Galicia 2018).

Especie	Captura (Kg)	Facturación (€)
Almeja Babosa (<i>Venerupis pullastra</i>)	107.867	1.136.302
Almeja fina (<i>Ruditapes decussatus</i>)	30.068	600.385
Almeja japonesa (<i>Ruditapes philippinarum</i>)	61.420	439.852
Berberecho (<i>Cerastoderma edule</i>)	55.862	249.993

En el golfo Ártabro operan siete cofradías que explotan los fondos blandos, dando trabajo a unos 425 mariscadores (Tabla 5). La captura se hace mediante marisqueo a pie o a flote, utilizando en este último caso unas 213 embarcaciones (Tabla 5). Las artes más usadas son las azadas (sacho), rastrillos (angazo), rañicas y horquillas (forquitas), en el caso del marisqueo a pie, mientras que desde los botes se usa el raño (Planes de Explotación de las Cofradías, <https://www.pescadegalicia.gal>).

Tabla 5: Número de mariscadores y embarcaciones por cofradía en el golfo Ártabro para el año 2019 (Fuente: Cofradías de Pescadores).

Cofradía	Mariscadores a pie	Mariscadores a flote	Embarcaciones
Ferrol	28	56	80
Barallobre	50	79	84
Mugardos	60	-	-
Pontedeume	20	21	16
Miño	21	3	3
Sada	3	-	-
A Coruña	51	33	30
TOTAL:	233	192	213

8. Agradecimientos

Numerosos investigadores y técnicos del Centro Oceanográfico de A Coruña del Instituto Español de Oceanografía, han contribuido a realizar el inventario de las comunidades macroinfaunales submareales del golfo Ártabro y que abarca más de 35 años de trabajo. Sin pretender hacer una lista exhaustiva queremos expresar nuestro reconocimiento a Eduardo López-Jamar, Jaime Mejuto, G. González, Oscar Francesch, Ángel V. Dorrío, Inmaculada Frutos, Antía Lourido, Paloma Cubero, María Eugenia Peleteiro, María Luisa Feroso, Concepción Fernández, Elena Rey y José Naya, así como a muchos otros colegas que en diversas fases del estudio han colaborado en el presente. Es obligado reconocer también el apoyo continuado del IEO, que ha permitido el establecimiento del proyecto estructural BENTCOR para monitorizar el funcionamiento del ecosistema macrobentónico submareal de la ría de A Coruña a largo plazo. Por otra parte, queremos agradecer a las Cofradías de Pescadores de Ferrol, Barallobre, Mugardos, Pontedeume, Miño, Sada y A Coruña por facilitarnos el número de mariscadores en activo.

9. Bibliografía

Bode A., Fernández C., Mompeán C., Parra S., Rozada F., Valencia-Vila J. y Viana I.G. (2014) Differential processing of anthropogenic carbon and nitrogen in benthic food webs of A Coruña (NW Spain) traced by stable isotopes. *Deep-Sea Research II* 106, 198-206.

Brunel P., Besner M., Messier D., Poirier L., Granger D. y Weinstein M. (1978) Le traîneau suprabenthique Macer-GIROQ: appareil amélioré pour l'échantillonnage quantitatif étagé de la petite faune nageuse au voisinage du fond. *Internationale Revue Gesamten Hydrobiologie* 63 (6), 815-82.

Buchanan J.B. (1984) Sediment analysis. En: Holme N-A and McIntyre A.D. (eds.), *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 41-65.

Consellería do Mar (2019). Anuario de Pesca de Galicia de 2018. <https://www.pescadegalicia.gal>. Consultado el 3 de Mayo de 2019.

Davis F.M. (1925) *Quantitative studies on the fauna of the sea bottom*. Nº 2. Results of the investigations into the Southern North Sea, 1921-24. Fishery Investigation. London. Ser II 8 (4), pp. 1-50.

Francesch O. y López-Jamar E. (1991) Dinámica, crecimiento y producción de *Abra alba* y *Abra nitida* en la Ría de La Coruña, NW de España. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 7 (2), 101-113.

Frutos I. (2006) *Las comunidades suprabentónicas submareales de la ría de La Coruña y plataforma continental adyacente (NW Península Ibérica)*. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá de Henares, España.

García Gallego M.A. (1998) *Seguimiento del impacto causado por la marea negra del Aegean Sea sobre el macrozoobentos submareal de la Ría de Ares-Betanzos: Dinámica de poblaciones, 1993 y cartografía biosedimentaria, 1994*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Garmendia J.M. (1992) *Dinámica estacional de poblaciones bentónicas submareales de sustratos arenosos de la Ría de Ares y Betanzos*. Tesis de licenciatura, Universidad de Santiago de Compostela, España.

Garmendia J.M. (1997) *El macrozoobentos submareal de la Ría de Ares y Betanzos II: estructura faunística, dinámica poblacional en sedimentos arenosos e impacto inicial de la marea negra del Aegean Sea*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Garmendia J.M., Sánchez Mata A. y Mora J. (1996) Estudio ecológico de los moluscos de la Ría de Ares y Betanzos (Galicia, NO España). *Iberus* 14 (2), 115-123.

Gómez-Gesteira J.L. (2001) *Seguimiento del impacto causado por la marea negra de Aegean Sea sobre el macrozoobentos submareal de la Ría de Ares y Betanzos. Dinámica de poblaciones, diciembre 1992 - noviembre 1996*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.

González N. (1975) Composición bioquímica y medio ambiente de *Venerupis decussata* y *Venerupis pullastra* en la Ría del Pasaje, La Coruña. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 194, 1-45.

González-Gurriarán E., Fernández L., Freire J., Muiño R. y Rodríguez-Solórzano M. (1991) Estructura de la comunidad megabentónica (crustáceos decápodos -Brachyura- y peces demersales) de la Ría de Ferrol (Galicia, NW España). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 7 (2), 89-99.

- Jones N.S. (1950) Bottom fauna communities. *Biological Review* 25, 283-313.
- López-Jamar E. (1986) *Estudio comparativo de las comunidades infaunales de la zona submareal de las rías de Arosa y de Muros (NW de España)*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, España.
- López-Jamar E. y González G. (1987) Infaunal macrobenthos of the Galician continental shelf off La Coruña Bay, North-west Spain. *Biological Oceanography* 4 (2), 165-192.
- López-Jamar E. y Mejuto J. (1985) Bentos infaunal en la zona submareal de la Ría de La Coruña. I. Estructura y distribución espacial de las comunidades. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 2 (3), 99-109.
- López-Jamar E. y Mejuto J. (1988) Infaunal benthic recolonization after dredging operation in La Coruña Bay, NW Spain. *Cahiers de Biologie Marine* 29, 37-49.
- López-Jamar E. y Parra S. (1997) Distribución y ecología de *Thyasira flexuosa* (Montagu, 1803) (Bivalvia, Lucinacea) en las rías de Galicia. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía* 23, 187-197.
- López-Jamar E., González G. y Mejuto J. (1985) Temporal changes of community structure and biomass in two subtidal macroinfaunal assemblages in La Coruña bay, NW Spain. *Hydrobiologia* 142, 137-150.
- López-Jamar E., González G. y Mejuto J. (1987) Ecology, growth and production of *Thyasira flexuosa* (Bivalvia, Lucinacea) from Ría de La Coruña, North-West Spain. *Ophelia* 27 (2), 111-126.
- López-Jamar E., Parra S. y Francesch O. (1996) Long-term changes (1982-1995) of the infaunal benthos of La Coruña Bay (NW Spain). *International Council for the Exploration of the Sea (CM Papers and Reports)*, CM 1995.
- López-Jamar E., Francesch O., Dorrió A.V. y Parra S. (1995) Long-term variation of the infaunal benthos of La Coruña Bay (NW Spain): results from a 12-year study (1982-1993). *Scientia Marina* 59 (1), 49-61.
- Macías F. (1994) Proyecto Eume: *Caracterización y seguimiento del medio físico, impactos, recursos hídricos y biológicos de la cuenca del Eume*. FEUGA. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. 1564 pp.
- Míguez-Rodríguez L.J. (1980) Contribución al conocimiento de los Crustáceos Decápodos de la Ría de Betanzos. Parte I. *Cuadernos de I.N.I.C.E., Ciencias* 3, 5-23.
- Olabarria C. (1995) *Malacología bentónica de la ensenada de Baño (Ría de Ferrol): Estudio faunístico y ecológico*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.
- Olabarria C., Troncoso J.S. y Urgorri V. (1995) Estudio faunístico y cenótico de las poblaciones infralitorales de moluscos bivalvos de la Ensenada de Baño (Ría de Ferrol) NW España: resultados preliminares. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 5, 225-234.

Olabarria C., Urgorri V. y Troncoso J.S. (1997) Nuevas aportaciones sobre la distribución y ecología de quince especies de moluscos en las costas de Galicia. *Thalassas* 13, 73-86.

Olabarria C., Urgorri V. y Troncoso J.S. (1998) An analysis of the community structure of subtidal and intertidal benthic mollusks of the Inlet of Bano (Ría de Ferrol) (Northwestern Spain). *American Malacological Bulletin* 14 (2), 103-120.

Palacio J. (1996) *Las comunidades de la macrofauna bentónica intermareal del estuario del río Eume (ría de Ares-Betanzos): Cartografía biosedimentaria*. Tesis de licenciatura, Universidade de Santiago de Compostela, España.

Parapar J. (1991) *Anélidos poliquetos bentónicos de la ría de Ferrol (Galicia)*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Parapar J., Besteiro C. y Urgorri V. (1993) Aportaciones a la taxonomía y autoecología de los anélidos de la península ibérica: poliquetos de la Ría de Ferrol. *Cahiers de Biologie Marine* 34, 411-432.

Parapar J., San Martín G., Besteiro C. y Urgorri V. (1994) Aspectos sistemáticos y ecológicos de las subfamilias Eusyllinae y Exogoninae (Polychaeta, Syllidae) en la Ría de Ferrol (Galicia, NO España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biología)* 91 (1-4), 91-101.

Parapar J., Besteiro C. y Urgorri V. (1995) Consideraciones a la taxonomía y autoecología de algunas especies de anélidos poliquetos ibéricos. *Thalassas* 11, 105-125.

Parapar J., Besteiro C. y Urgorri V. (1996a) *Inventario dos Poliquetos de Galicia (Annelida, Polychaeta)*. XVI. Cadernos da Área de Ciencias Biolóxicas. Seminario de Estudos Galegos. O Castro, Sada (A Coruña). 178 pp.

Parapar J., Freire J., Urgorri V. y Besteiro C. (1996b) Comunidades de poliquetos bentónicos infralitorales de la ría de Ferrol (Galicia). *IX Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino*. Alcalá de Henares.

Parapar J., San Martín G., Besteiro C. y Urgorri V. (1996c) Aspectos sistemáticos y ecológicos de la subfamilia Autolytinae (Polychaeta, Syllidae) en la Ría de Ferrol (Galicia, NO España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biología)* 92 (1-4), 139-149.

Parra S. (2007) *Efecto del vertido de crudo del "Aegean Sea" sobre el bentos infaunal submareal de la ría de La Coruña, la ría de Ferrol y la plataforma continental adyacente (Galicia, NO de la Península Ibérica)*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, España.

Parra S. y López-Jamar E. (1997) Cambios en el ciclo temporal de algunas especies infaunales como consecuencia del vertido del petrolero *Aegean Sea*. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía* 23, 71-82.

Parra S., Rodríguez C., Frutos I. y López-Jamar E. (2002) Preliminary results on spatial and temporal distribution of the infaunal benthic communities of Ferrol Bay, North-West Spain. *International Council for the Exploration of the Sea (CM Papers and Reports)*, CM 2005/E:07, 90 pp.

- Parra S., López-Jamar E., Francesch O., Dorrío A.V., Valencia J. y Vázquez C. (2008) Long-term changes of the infaunal subtidal communities of La Coruña Bay (NW Spain). *International Council for the Exploration of the Sea (CM Papers and Reports)*, CM 2008.
- Petersen C.G.J. (1913) Valuation of the sea. II. The animal communities of the sea bottom and their importance for marine zoogeography. *Report of the Danish Biological Station* 21, 1-44.
- Petersen C.G.J. (1915) On the animal communities of the sea bottom in the Skagerak, the Christiania Fjord and the Danish Waters. *Report of the Danish Biological Station* 23, 3-28.
- Petersen, C.C.J. (1918) The sea-bottom and its production of fish food. A survey of the work done in connection with valuation of the Danish waters from 1883-1917. *Report of the Danish Biological Station* 25, 1-62.
- Sánchez Mata A. (1995) *Las comunidades de la macrofauna bentónica submareal de la Ensenada de Pontedeume (Ría de Ares y Betanzos): Cartografía biosedimentaria*. Tesis de Licenciatura. Universidade de Santiago de Compostela, España.
- Sánchez Mata A. (1996) *El macrozoobentos submareal de la Ría de Ares y Betanzos: Estructura biosedimentaria y dinámica poblacional. Impacto de la marea negra del Aegean Sea*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela, España.
- Sánchez Mata A. y Mora J. (1999a) El medio bentónico de la Ría de Ares (NO Península Ibérica) II. Inventario faunístico, análisis poblacional y estructura trófica. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 9, 195-217.
- Sánchez Mata A. y Mora J. (1999b) El medio bentónico de la Ría de Ares (NO Península Ibérica) III. Estructura y tipificación de las comunidades macroinfaunales. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 9, 219-235.
- Sánchez Mata A., Lastra M. y Mora J. (1993a). Macrobenthic crustacean characterization of an estuarine area. *Crustaceana* 64 (3), 337-355.
- Sánchez Mata A., Mora J., Garmendia J.M. y Lastra M. (1993b) Estructura trófica del macrozoobentos submareal de la ría de Ares-Betanzos. I: Composición y distribución. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía* 11, 33-40.
- Sánchez Mata A., Lastra M., Currás A. y Mora J. (1993c) Estructura trófica del macrozoobentos submareal de la Ría de Ares-Betanzos. II: Ordenación y clasificación de categorías trópicas en relación a los factores medioambientales. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía* 11, 41-47.
- Thorson G. (1957) Bottom communities (sublittoral or shallow Shell). *The Geological Society of America, Memoir* 67, 461-564.
- Troncoso J.S. (1990) *Malacología bentónica de la Ría de Ares y Betanzos: Estudio faunístico y ecológico*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela, España.
- Troncoso J.S. y Urgorri V. (1992) Distribución vertical de los moluscos en los sedimentos de la Ría de Ares y Betanzos (Galicia, España). I. Metodología, caracterización de las estaciones y estructura faunística de los niveles. *Nova Acta Científica Compostelana* 3, 145-160.

Troncoso J.S. y Urgorri V. (1993a) Datos sedimentológicos y macrofauna de los fondos infralitorales de sustrato blando de la Ría de Ares y Betanzos (Galicia, España). *Nova Acta Científica Compostelana* 4, 153-166.

Troncoso J.S. y Urgorri V. (1993b) Distribución vertical de los moluscos en los sedimentos de la Ría de Ares y Betanzos (Galicia, España). II. Relación entre la talla y el grado de enterramiento en el sedimento. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biología)* 89 (1-4), 95-100.

Urgorri V. (1974) *Contribución al conocimiento de la fauna malacológica de la Ría de Ferrol y playas de su comarca*. Tesis de Licenciatura. Universidade de Santiago de Compostela, España.

Urgorri V. y Besteiro C. (1983) Inventario de los Moluscos Opisthobranchios de Galicia. *Investigaciones Pesqueras* 47 (1), 3-28.

Urgorri V., Troncoso J.S. y Dobarro J.F. (1992) Malacofauna asociada a una biocenosis de Maërl en la Ría de Ferrol (Galicia, NO España). *Anales de Biología* 18, 161-174.

Verardo D.J., Froelich P.N. y McIntyre A. (1990) Determination of organic carbon and nitrogen in marine sediments using the Carlo Erba NA-1500 Analyzer. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers* 37 (1), 157-166.

Capítulo 6. Fauna bentónica marina de sustratos rocosos

Pilar Ríos y Javier Cristobo

Centro Oceanográfico de Gijón. Instituto Español de Oceanografía. c/ Príncipe de Asturias 70 bis, 33212 Gijón, Asturias.

1. Introducción

A escala nacional, Galicia alberga el mayor grado de biodiversidad en sus hábitats marinos, con 6.361 especies conocidas en sus aguas, teniendo en cuenta que se han descrito hasta la fecha 11.000 especies en aguas españolas (Bañón 2017).

A pesar de todo ello, de los 1.467 lugares de interés comunitario (LIC) propuestos por la Administración General del Estado, a través del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, a la Comisión Europea, con fecha diciembre de 2016, de los 59 presentados en Galicia, tan solo el 7% de la superficie es marina (Tabla 1). En la provincia de Coruña se han propuesto 18 en los que se refleja de manera muy pobre la riqueza marina, ya que únicamente en una de ellas se refleja la importancia de estas especies.

El arco Ártabro comprende desde Estaca de Bares al cabo San Adrián e islas Sisargas y en el centro de inflexión de la costa se encuentra el golfo Ártabro, que incluye las rías de Ferrol, Ares, Betanzos y A Coruña (Figura 1).



Figura 1: Vista aérea de una parte del arco Ártabro. En primer término el pueblo y puerto de Ares (Foto Bruno Cash).

En la propia legislación autonómica se declararon en el año 2014, tres zonas de especial conservación (ZEC) la costa Ártabra (ES1110002), Betanzos-Mandeo (ES1110007) y costa de Dexo (ES1110009), dando prioridad en cada uno de ellos al espacio terrestre frente al marino (11%, 28% y 15% respectivamente).

Nuestra prioridad, en este capítulo, es dar visibilidad a la importante biodiversidad marina del golfo Ártabro referida a la fauna bentónica de sustratos rocosos, muchas de cuyas especies son utilizadas por el hombre como recurso gastronómico desde la antigüedad y todas ellas están implicadas en mayor o menor medida en los diferentes ciclos de la naturaleza y ecosistemas.

Para la nomenclatura y taxonomía de las especies se ha seguido el WoRMS (World Register of Marine Species), pero se ha omitido la autoría de las especies con el fin de facilitar la lectura del texto.

Tabla 1: Red Natura 2000: Actualización a diciembre 2016, según la información de los espacios Red Natura 2000 remitida por el MAPAMA a la Comisión Europea hasta esa fecha. Los datos de LIC adquieren carácter oficial cuando la Comisión Europea aprueba las respectivas listas biogeográficas de LIC (<https://www.mapa.gob.es>).

Administración competente	Nº LIC	Superficie terrestre (Ha)	Superficie marina (Ha)	Total	% territorio protegido	Sup. Total CCAA (Ha)
Andalucía	190	2.533.476,23	68.798,82	2.602.275,04	28,92	8.761.542,43
Aragón	156	1.046.501,76	0,00	1.046.501,76	21,93	4.773.078,09
Canarias	153	283.167,17	7.362,11	290.529,28	38,04	744.406,58
Cantabria	21	135.718,97	1.840,33	137.559,30	25,54	531.367,18
Castilla y León	120	1.896.220,39	0,00	1.896.220,39	20,12	9.422.714,56
Castilla-La Mancha	72	1.563.873,81	0,00	1.563.873,81	19,69	7.941.031,22
Cataluña	115	959.215,71	85.917,43	1.045.133,14	29,78	3.220.512,12
Ciudad de Ceuta	2	630,53	836,20	1.466,73	31,83	1.980,75
Ciudad de Melilla	2	46,12	45,46	91,58	3,31	1.394,63
Comunidad Foral Navarra	42	280.848,22	0,00	280.848,22	27,04	1.038.580,46
Comunidad de Madrid	7	319.545,37	0,00	319.545,37	39,82	802.557,79
Comunitat Valenciana	93	623.435,16	15.754,38	639.189,54	26,79	2.327.039,54
Extremadura	89	933.772,68	0,00	933.772,68	22,40	4.167.917,52
Galicia	59	348.308,69	27.445,50	375.754,19	11,74	2.967.888,15
Illes Balears	138	96.355,31	106.460,07	202.815,38	19,21	501.644,39
La Rioja	6	167.545,79	0,00	167.545,79	33,23	504.133,30
País Vasco	51	146.034,99	414,64	146.449,63	20,22	722.169,57
Principado de Asturias	49	284.576,03	19.796,27	304.372,30	26,82	1.061.094,37
Región de Murcia	49	167.424,40	27.013,74	194.438,13	14,80	1.131.314,90
MAGRAMA	53	524,75	5.113.265,51	5.113.790,26	0,00	-
Total	1467	11.787.222,06	5.474.950,47	17.262.172,52	23,28	50.622.367,55

2. Biodiversidad

El conocimiento que se tiene de la fauna que habita en sustratos duros en la zona de estudio se ha incrementado considerablemente en los últimos 25-30 años principalmente por los estudios llevados a cabo por las Universidades de Santiago de Compostela, A Coruña, Vigo y del Instituto Español de Oceanografía.

En este capítulo se aporta una visión global y actualizada de la fauna bentónica de sustratos rocosos del golfo Ártabro atendiendo a su diversidad, biogeografía, singularidad y hábitats. Principalmente se ha utilizado la abundante información científica publicada en los últimos 25-30 años (ver capítulo de referencias bibliográficas).

De las rías que forman el golfo Ártabro, la de Ferrol es la que presenta mayor número de estudios realizados sobre la biodiversidad de la fauna bentónica en lo referente a los sustratos rocosos. Esto se debe principalmente a las Tesis doctorales realizadas en la Universidad de Santiago en diferentes grupos faunísticos que han tenido en todo o en parte esta ría como área de estudio. Estos trabajos han versado sobre los anélidos poliquetos (Parapar 1991), Hidrozoos (Ramil 1988), Tunicados (Vázquez 1993), briozoos (Reverter 1995; Reverter y Fernández 1995; Souto 2011), Poríferos (Solórzano 1990; Cristobo 1996), Isópodos (Reboreda 1996), moluscos (Olabarria 1996; Díaz 2015; Díaz *et al.* 2010), Equinodermos (Míguez 2009), Crustáceos copépodos harpacticoides (Candás 2015) y copépodos endoparásitos (Abad 2016) y también a una extensa literatura que se ha publicado en revistas científicas como resultados de estos trabajos doctorales y otras investigaciones en la zona.

En las rías de Ares y Betanzos y de Coruña de naturaleza preferentemente sedimentaria las contribuciones científicas en cuanto a composición faunística de sustratos duros son mucho menores y se refieren fundamentalmente a los bordes de las rías en su zona externa donde se encuentran las mayores formaciones rocosas Troncoso *et al.* (1988) (Figura 2).



Figura 2: La naturaleza de las rocas condiciona el tipo de fauna y flora que se asienta sobre ellas. Intermareal rocoso de la Barrosa con las islas Mirandas al fondo, formado por rocas esquistosas sobre las que pueden verse algas verdes y pardas así como el horizonte de *Saccorhiza polyschides*.

3. Especies/hábitats protegidos y dominios bentónicos

3.1. Los fondos de maërl

Maërl es una palabra que proviene del bretón y que hace referencia a las acumulaciones de algunas especies de algas calcáreas (ver capítulo de algas en este mismo volumen de Bárbara *et al.*). Son hábitats complejos que tienen gran importancia por la elevada diversidad de especies que albergan, pudiendo ser zonas de crecimiento de especies comerciales de peces, crustáceos o moluscos y que poseen una arquitectura compleja y tridimensional formada por las ramas vivas y las partes muertas que permanecen en la capa inmediata inferior mezcladas con el sedimento, lo que le confiere una estructura a los fondos clasificada entre los sustratos duros y blandos (Barberá *et al.* 2003). Estudios previos en Galicia han remarcado la extraordinaria riqueza faunística que albergan en concreto para grupos zoológicos como el de los Poríferos (Solórzano *et al.* 1991) en el que se citan 39 especies distintas de este grupo en la ría de Arousa (Figura 3). Algunos trabajos han señalado en la fauna asociada a los fondos de maërl más 431 especies sin contar el taxon Briozoa (Barberá *et al.* 2003; Peña 2010).

En la zona de estudio sólo se han localizado este tipo de fondos en la ría de Ferrol en la que se tiene conocimiento de cuatro zonas que ocupan apenas una extensión de con extensión aproximada de 0.17 km², en la Punta da Redonda-Punta Vispón, Punta de San Martiño, Castillo de San Felipe, y Fornelos, si bien estas tres últimas de menor extensión. La especie de alga calcárea formadora de estos hábitats en ambos casos es *Phymatolithon calcareum* (Peña 2010). El único estudio realizado sobre la fauna asociada corresponde al trabajo de Urgorri *et al.* 1992 en la Punta da Redonda a 9 m de profundidad en el que en una única muestra registraron 66 especies de moluscos, de las que 5 fueron polioplacóforos, 43 gasterópodos prosobranquios, 5 gasterópodos opistobranquios y 13 bivalvos. Estos autores destacan que la mayoría de especies recolectadas son típicas de sustratos duros, aunque en el área de estudio se registró una mayor densidad de ejemplares favorecidos por la estructura tridimensional que generan las ramificaciones del maërl.

3.2. Fondos rocosos intermareales

La fauna intermareal en el golfo Ártabro, como se explicará a continuación, está condicionada fundamentalmente por el tipo de sustrato sobre el que se asienta y por el grado de exposición al oleaje (costas batidas, semibatidas o protegidas) que definen las condiciones ambientales que soportan las especies y que afectan asimismo a soportes como la cobertura algal y el sedimento que se deposita sobre las rocas. Esta costa recortada forma una gran variedad de morfologías, de ambientes diferentes y de hábitats como cubetas supralitorales, grietas, cara inferior de las rocas, y sustratos preferenciales para especies como mejillones, esponjas o algas que hacen que a su vez sean colonizadas por especies muy diversas y con preferencias ecológicas muy distintas.

La litología del sustrato geológico en el Golfo Ártabro está representada por las dos unidades dominantes en la zona: las rocas del Complejo de Ordenes (Unidad de Betanzos y Unidad de O Pino) y los Granitos (Granodiorita, Granito aluminico de dos micas) (Vidal-Romaní 2018). Por esto encontramos en la zona intermareal rocas de naturaleza granítica en las zonas externas de las rías de Coruña, Ares y Ferrol mientras que en la parte interna de las rías las rocas son las que corresponden a la Unidad de Betanzos (pizarras, filitas y metagrauvas con algunos conglomerados, metapelitas y cuarcitas) y la Unidad O Pino con esquistos y paragneises, ortogneises, anfibolitas y gabros). Este tipo de materiales más antiguos y en general más blandos y delezna-



Figura 3: El maërl lo constituyen algas calcáreas arbusculares de varias especies que forman un habitat característico donde la diversidad de especies animales es muy alta, ya que encuentran entre los espacios que dejan estas formaciones un enclave adecuado para protegerse. En la imagen, maërl bien desarrollado en la ría de Arousa (Foto JJ. Candán).

bles condicionan el asentamiento de la fauna. En la ría de A Coruña, y también desde el punto de vista litológico, el margen occidental lo componen rocas metamórficas de tipo esquistos como en la ría de Ares, mientras que en la oriental lo forman rocas plutónicas que se corresponden con leucogranitos y granitos porfídicos del tipo de las de la boca de la ría de Ferrol (Figura 4).

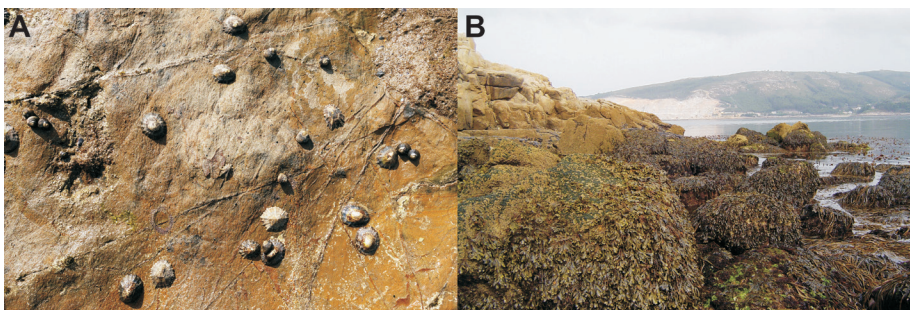


Figura 4: Litología predominante en el golfo Ártabro. A: Esquistos de la serie de Órdenes en la playa de la Barrosa (ría de Ares). B: Granitos en punta do Segaoño (ría de Ferrol).

En la parte expuesta de las rías se pueden localizar al menos tres horizontes intermareales que corresponden al dominio de especies con alto grado de exposición al oleaje: el horizonte superior en el que dominan los crustáceos cirrípedos *Chthamalus montagui* y *C. stellatus*, un horizonte intermedio en el que claramente domina el mejillón, *Mytilus galloprovincialis*,

mezclado con *Perforatus perforatus* cubriendo una gran parte del sustrato, donde es frecuente encontrar gasterópodos ramoneadores como *Patella vulgata* o *Nucella lapillus* (Figura 5) y un horizonte inferior en el que la fauna está asociada a las distintas especies de algas según la zona pero principalmente *Mastocarpus stellatus* y *Corallina officinalis*, (esta última muy frecuente también en las charcas de marea) donde encontramos frecuentemente los antozoos *Actinia equina* en sus variedades roja y verde, *Anemonia viridis* y también *Aulactinia verrucosa* y *Sagartiogeton undatus*.

Es en estas zonas expuestas y más oceánicas donde además de los cirrípedos citados se encuentra el percebe (*Pollicipes pollicipes*) asociado a acantilados y zonas batidas graníticas de las puntas de las rías como Pieiro grande y Pieiro pequeño, Segaña, Coitelada, Seixo Blanco y las islas de San Pedro; otros crustáceos que se pueden encontrar son el decápodo *Pachygrapsus marmoratus*, el queimacasas, que aparecen en el supralitoral expuesto en lugares soleados o en las grietas, el isópodo *Ligia oceanica* que se ve frecuentemente en las grietas de los muelles y las *Porcellana platycheles* y *Pisidia longicornis* bajo las rocas sueltas. Asimismo pueden ser muy abundantes el poliqueto tubícola *Spirorbis (Spirorbis) spirorbis*, los micro moluscos gasterópodos *Rissoa parva* y *Bittium reticulatum* (García et al. 1993, para la ría de A Coruña).

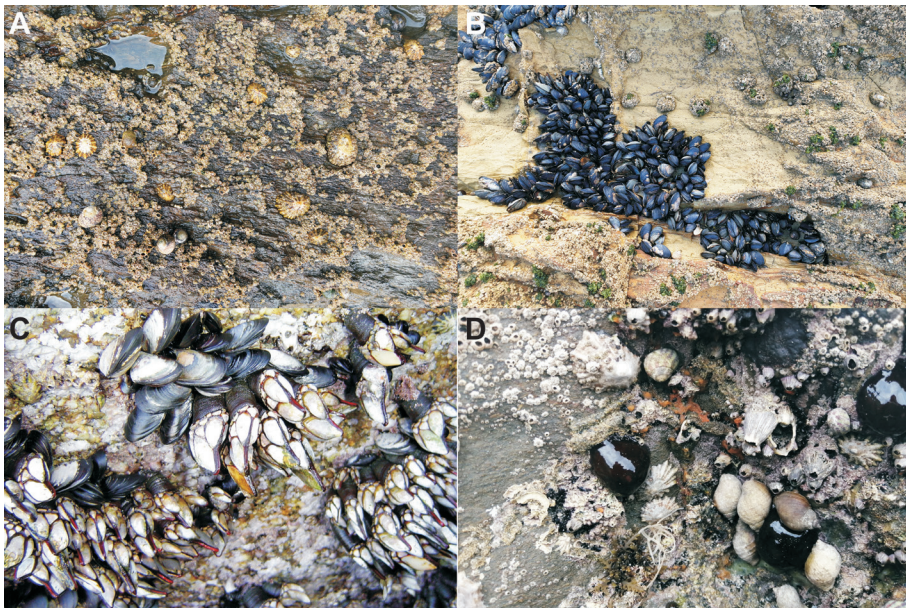


Figura 5: Especies características de supralitoral rocoso en el golfo Ártabro. A: *Ctamaulus* spp. B: *Mytilus galloprovinciales*. C: El percebe *Pollicipes pollicipes*. D: Crustáceos balánidos como *Perforatus perforatus* con los moluscos gasterópodo *Nucella lapillus* y *Patella vulgata* y *Actinia equina*.

Hay algunas especies de poríferos frecuentes en toda la zona intermarel, desde la parte más influenciada por los ríos y por lo tanto que soportan salinidades bajas hasta las partes más oceánicas; tal es el caso de las esponjas *Hymeniacidon perlevis* (Figura 6) que presenta una coloración anaranjada o *Halichondria (Halichondria) panicea* o pan de gaviota que es de color blanco crema aunque es frecuente verla, en zonas más iluminadas, de color verde azulado por

la asociación con algas y también la esponja calcárea *Grantia compressa* formando agrupaciones de individuos sobre las algas o sobre rocas. En la parte media intermareal ya aparecen otras especies con requerimientos ecológicos más exigentes y nos encontramos con *Tethya aurantium* de color amarillo y *Ophlitaspongia papilla* que presenta una coloración naranja con sus característicos ósculos circulares regularmente distribuidos por toda la superficie y que ocupan zonas de mesolitoral medio en zonas sin un hidrodinamismo demasiado violento y sobre roca granítica u otros sustratos biogénicos como mejillones y balanidos. En las zonas más expuestas pueden localizarse además otro tipo de poríferos como *Erylus discophorus* o *Geodia cydonium* que su presencia es más característica en ambientes infralitorales (Solorzano 1991; Cristobo 1996).

Los Cnidarios más frecuentes a nivel intermareal son los antozoos *Actinia equina* en su variedades roja y verde que se cierran con sus tentáculos hacia dentro para evitar la desecación y *Anemonia viridis* que no lo hace por lo que soporta peor la falta de agua con las mareas bajas y se encuentra a nivel de las charcas intermareales. Menos frecuente es *Actinia fragacea* que se encuentra en paredes verticales en lugares más sombríos y *Aulactinia verrucosa* (Figura 6).

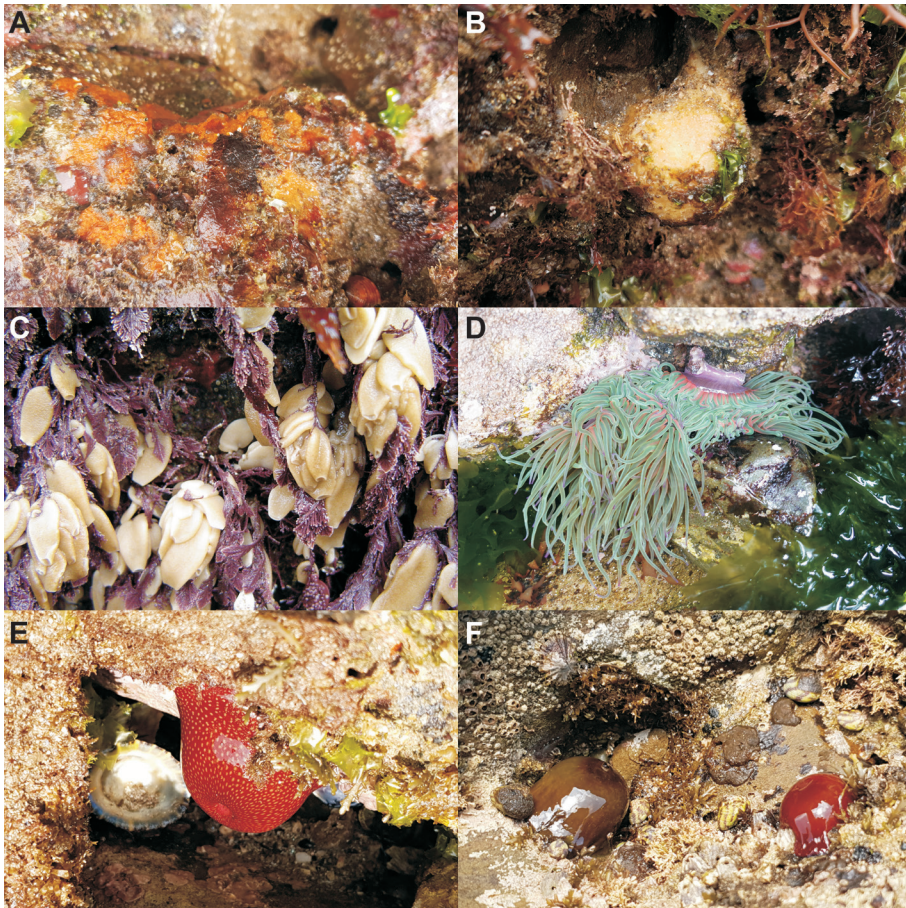


Figura 6: Poríferos y Cnidarios frecuentes en el intermareal rocoso del golfo Ártabro. A: *Hymeniacidon perlevis*. B: *Tethya aurantium*. C: *Grantia compressa*. D: *Anemonia viridis*. E: *Actinia fragacea*. F: *Actinia equina* variedades verde y roja.

Muchas son las especies de moluscos que se pueden encontrar en la zona de influencia de mareas, empezando por el bivalvo *Mytilus galloprovincialis* que forma cinturas importantes desde el interior de las rías hasta la parte más abierta con extensiones importantes. Dentro del grupo de los cefalópodos tan solo el pulpo (*Octopus vulgaris*) puede encontrarse en bajamar, asociado a las grandes charcas de marea y escondido en grietas o bajo rocas de gran porte. Del resto de los moluscos son de destacar por su abundancia y número de especies, los gasterópodos; en el supralitoral *Patella vulgata* es una de las especies más comunes que puede soportar fuertes embates de la mar gracias al diseño de su concha y a un fuerte músculo pedio.

También las litorinas, que tienen espiras cortas, pueden encontrarse desde ambiente protegidos a semiexpuestos e incluso en charcas de marea ramoneando en la superficie de las rocas para alimentarse de las algas. *Littorina littorea* es la especie más comercial aunque su frecuencia es hoy en día más rara por la recolección excesiva. En su mismo ambiente intermareal es frecuente encontrar distintas especies de minchas, que es el nombre con el que se conoce en la zona a los bigaros. *Littorina saxatilis*, una especie de apenas 20 mm que frecuenta zonas medio externas de la ría en los niveles más altos de la marea sobre rocas, en hendiduras y sobre el líquen negro *Lichina pygmaea* (Figura 7). Distintas especies del género *Gibbula* y *Phorcus* las encontramos fácilmente en las charcas o en las rocas ocupando nichos parecidos a los de las lapas y compitiendo por el espacio y el alimento junto con *Nucella lapillus*. Aunque no tan abundante con la marea baja podremos ver *Calliostoma zizyphinum* que asimismo se encuentra sobre algas por debajo del nivel cero de mareas. De entre los opistobranquios más grandes en estos niveles podremos ver en charcas y bajo las piedras alguna de las especies de liebre de mar que pertenecen al género *Aplysia* que poseen una concha interna cubierta por lóbulos, y que llama la atención su puesta coloreada amarilla o rosada que tiene forma de espagueti entrelazados. Cuatro son las especies que su área de distribución incluye esta zona, *A. punctata*, *A. depilans*, *A. fasciata* y *A. parvula*.

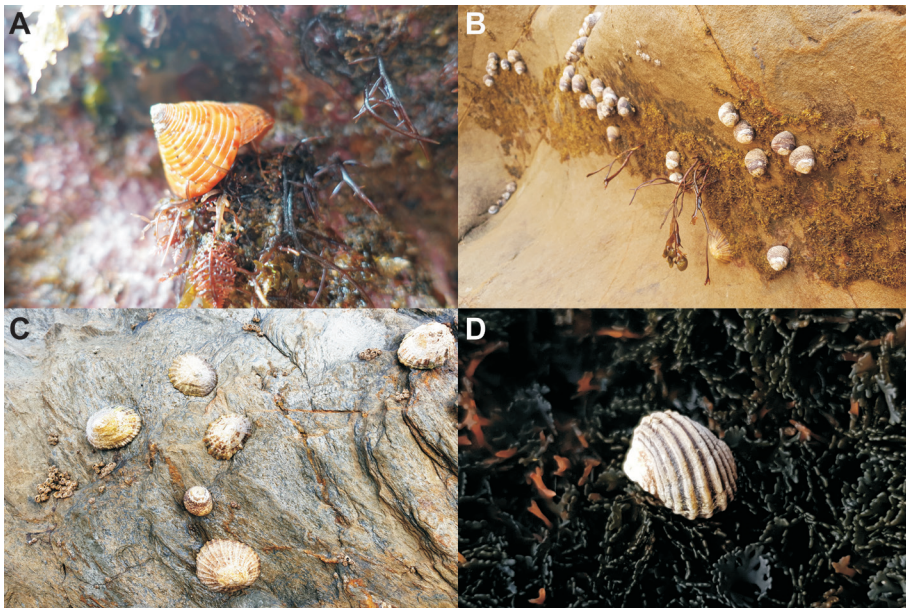


Figura 7: Algunos gasterópodos intermareales frecuentes en el arco ártabro. A: *Calliostoma zizyphinum* . B: *Phorcus lineatus*. C: *Patella vulgata*. D: *Littorina saxatilis*.

Del grupo de los equinodermos, Míguez (2001; 2009), concluye que las poblaciones intermareales del erizo de mar más común en la costa de Coruña *Paracentrotus lividus* se sitúan en zonas batidas pero siempre preservadas de la acción del oleaje. El factor común en la distribución de esta especie es la presencia de las algas calcáreas, *Lithophyllum incrustans*, sin la cual su establecimiento decrece rápidamente; se ubican en cubetas, grietas y en menor medida terrazas horizontales. Su capacidad erosiva está condicionada por la dureza del material rocoso sobre el que se asientan.

Otros equinodermos presentes en esta zona intermareal de sustratos duros son los asteroideo *Marthasterias glacialis* y *Asterias rubens* ocupando grietas, cubetas y la parte inferior de las rocas, siempre buscando la protección en estos ambientes y evitando la luz y la desecación. Bajo las rocas encontramos *Asterina gibbosa*, mucho más pequeña y con los brazos más cortos con coloraciones y texturas similares a la roca que la hacen difícilmente visible (Figura 8).



Figura 8: Equinodermos intermareales en la costa norte de la ría de Ares. A: *Paracentrotus lividus*, el erizo de mar, mostrando algunas de sus coloraciones más características. B: Poblaciones de erizo dentro de una charca intermareal. C: *Marthasterias glacialis* y *Asterias rubens*. D: *Asterina gibbosa* bajo la roca donde es frecuente encontrarla.

La fauna de anélidos estudiada por Parapar et al., 2009 sugieren que las especies de este grupo se distribuye por patrones que indican que los oligoquetos intermareales dominan en las zonas internas mientras que los poliquetos en las zonas externas y más expuestas particularmente en el caso de la ría de Ferrol, y por lo tanto la biodiversidad de anélidos experimenta un incremento importante desde dentro a fuera de la ría. La diversidad de especies intermareales de este grupo es muy alta comparada con otras regiones que puede ser debido según estos autores a la situación de la ría, los distintos grados de exposición y el elevado número de microhábitats que se pueden encontrar. La especie de este grupo más ampliamente distribuida sobre sustratos rocosos es *Polydora ciliata* (Parapar et al. 2009). De destacar por último entre otras especies

Sabellaria alveolata que forma hábitats característicos en forma de densas aglomeraciones de individuos que pueden construirse muy rápido pero son a la vez de consistencia frágil. En el golfo Artabro se encuentran en zonas rocosas en las interfases con la arena.

Las ascidias, son invertebrados filtradores menos frecuentes a nivel intermareal que por debajo de la cota cero de mareas. En esta zona su diversidad ha sido bien estudiada por Vázquez (1993), donde señala que una de las especies más frecuentes en este dominio es *Distomus variolosus*, un tunicado bentónico de color rojo que vive concentrado en agrupaciones de altas densidades de individuos. Además señala la presencia abundante de la ascidia colonial *Botryllus schlosseri*, encontrándose habitualmente bajo las rocas sueltas donde se protege de la luz directa (Figura 9). Algunos peces de las familias Gobiidae y Parablennidae los podemos encontrar en las charcas de marea.

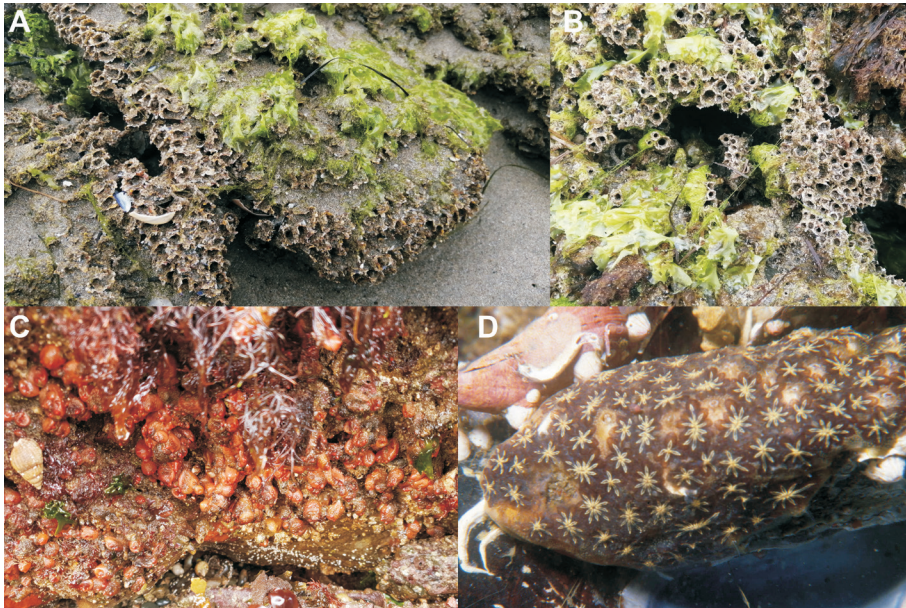


Figura 9: A-B: *Sabellaria alveolata*, un poliqueto que forma arrecifes sobre la roca utilizando los granos de arena de la playa en la Barrosa (ría de Ares). C: *Distomus variolosus* una ascidia roja frecuente en el intermareal rocoso. D: *Botryllus schlosseri* es una ascidia colonial que se encuentra frecuentemente bajo las rocas intermareales y sobre conchas de moluscos.

3.3. Fondos rocosos infralitorales

Muchas de las especies que podemos encontrar en el intermareal pueden aparecer al menos en los primeros metros del dominio infralitoral, pero a partir de aquí viven las especies que no pueden o no tienen mecanismos para sobrevivir por algunas horas en condiciones de desecación.

El dominio infralitoral rocoso en la zona del arco Ártabro ocupa una franja con rangos de profundidad muy variados, más estrecho en la parte interior de las rías de cero a diez metros de profundidad donde aparece el sedimento fangoso o arenoso, y desde los cero metros a los veinticinco o treinta en las zonas exteriores y en mar abierto hasta fondos habitualmente arenosos.

Los Poríferos o esponjas es uno de esos grupos donde sólo una pequeña proporción de especies resiste, pero que es un grupo que precisa agua permanentemente porque fundamentalmente tienen hábitos filtradores; sólo algunas especies de profundidad son carnívoras, ninguna descrita hasta la fecha en esta zona (Figura 10). Por su frecuencia de aparición y tamaño podríamos decir que *Myxilla (Myxilla) rosacea* es una de las especies más característica del área de estudio; ocupa distintos tipos de ambientes, desde la superficie de las rocas hasta asociada a rizoides de laminaria. Asimismo *Phorbas fictitius* es una especie de esponja que ocupa enclaves en paredes verticales y horizontales de la roca, y se caracteriza por su forma de revestimiento y tener áreas areoladas en su superficie con coloraciones que varían del rojo, naranja e incluso blanquecino; tiene preferencia por aguas limpias.

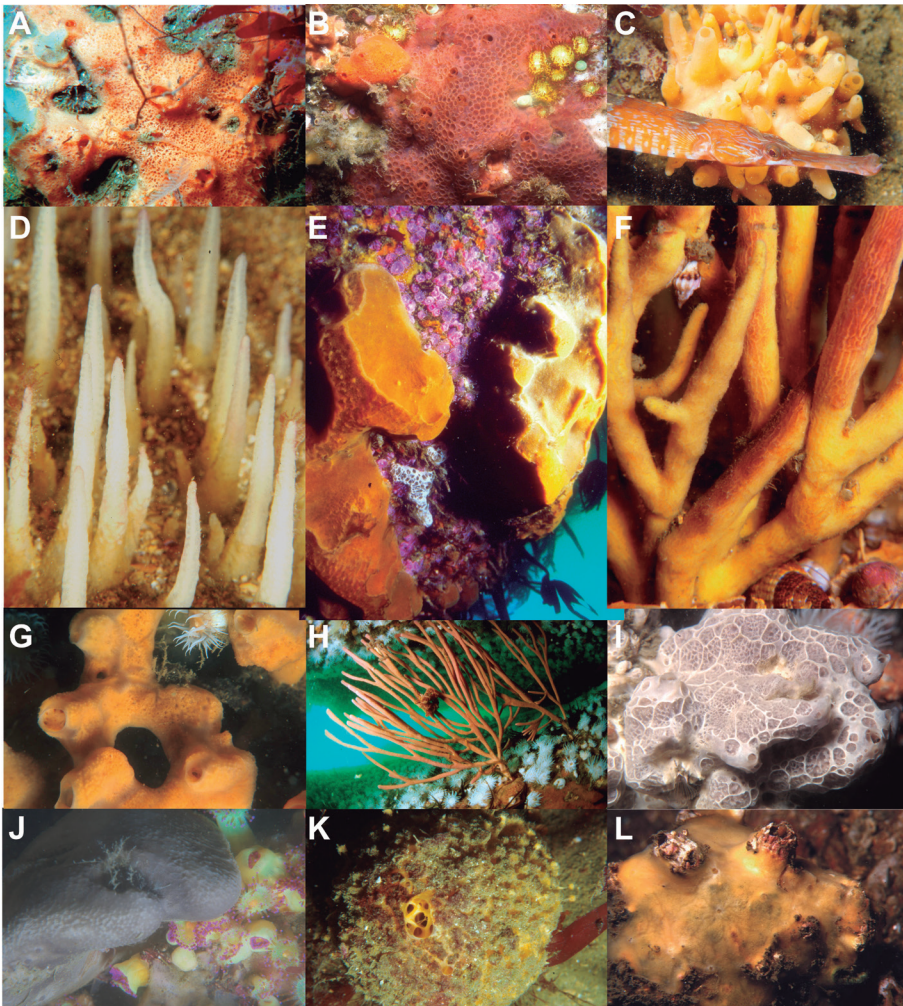


Figura 10: Algunos ejemplos de la fauna de poríferos infralitorales presentes en el golfo Ártabro. A: *Myxilla (Myxilla) rosacea*. B: *Phorbas fictitius*. C: *Polymastia* sp. D: *Ciocalyptra penicillus*. E: *Tedania pilarriosae*. F: *Adreus fascicularis*. G: *Desmacion fruticosum*. H: *Haliclona oculata*. I: *Hemimycale columella*. J: *Pachymatisma johnstonia*. K: *Tethya aurantium*. L: *Trachytedania ferrolensis*.

Otras morfologías frecuentes son las esponjas masivas, erectas o arborescentes. Entre las primeras encontramos ejemplos como *Tedania pilarriosae*, las especies del género *Polymastia* o *Ciocalypta penicillus*, ambas con chimeneas características, entre las segundas un claro ejemplo es *Desmacidon fruticosum* de color anaranjado con sus chimeneas abiertas y productora de mucus y de entre las erectas podemos destacar a *Adreus fascicularis* y a *Haliclona oculata* que se fijan fuertemente a la roca por un corto pedúnculo y se benefician al máximo del alimento que le suministran las corrientes (Ríos y Cristobo 2017).

De entre los cnidarios, *Anemonia viridis*, que aparece como se ha comentado en las charcas intermareales, forma concentraciones de muchos individuos con importante superficie de cobertura que incluso pueden dar cobijo a algunas especies de crustáceos como *Inachus*, *Scylliarus arctus*, el santiaguino, y más raramente *Periclimenes scriptus*. De los animales más llamativos que nos encontraremos si buceamos en Artabria, *Corynactis viridis*, la anemona joya es sin duda una de las especies de mayor belleza, ya que en lugares absolutamente limpios, forma extensiones sobre las rocas que llaman la atención por la densidad de individuos que no tienen más de uno o dos centímetros de diámetro con sus tentáculos rematados en una pequeña esfera y sobre todo por su variedad de colores resplandecientes verdes, rosas, amarillos, ocre, rojos... y las combinaciones de todos que conforman un tapiz espectacular cuando se observa de cerca. Los hidrozoos son un grupo estudiado en la zona por Parapar (1986) y aunque hay muchas especies descritas destacaremos por su belleza y abundancia a *Gymnangium montagui* (Figura 11).

De entre los briozoos, conocidos como animales musgo, que obtienen su alimento gracias a una corona de tentáculos o lofóforo, es de destacar una especie de gran porte y extraordinaria belleza *Pentapora foliacea* que forma colonias que pueden dar cobijo a otros invertebrados mucho más pequeños. Los briozoos de la zona han sido estudiados por Fernández Pulpeiro *et al.* (1996), Reverter *et al.* (1995) y Souto (2011).

Entre los gusanos poliquetos hay algunos ejemplos de especies sedentarias que viven en el interior de un tubo fijado a la roca y son de gran vistosidad debido a un penacho de filamentos que tienen alrededor de la boca y con el que transportan el alimento hasta la boca. Tal es el caso de las especies *Bispira volutacornis* y *Sabella spallanzani* (Figura 12).

De los equinodermos de este rango de profundidad en fondos rocosos, además de las especies ya citadas para el intermareal, mencionaremos otras dos especies de erizo, *Sphaerechinus granulatus* (Figura 13) de gran tamaño y el *Psammechinus miliaris* de menor tamaño que el *Paracentrotus* y coloración verde oscura. Las estrellas de mar más frecuentes una vez mencionadas las que se encuentran en marea baja estacan por su extraordinaria coloración rojiza, *Echinaster (Echinaster) sepositus* y *Luidia ciliaris*, la estrella más grande de la zona, con siete brazos que aunque pueden encontrarse en fondos blandos posee ventosas en sus pies ambulacrales por su forma de vida sobre la roca. De los holoturoideos es importante destacar a la *Holothuria (Pannigothuria) forskali* por ser un animal de gran talla, cuerpo negro cilíndrico, alargado con la boca rodeada de veinte tentáculos cortos que le sirven para capturar el alimento ramoneando sobre las piedras. Esta especie cuando es molestada proyecta uno filamentos blancos finos llamados túbulos de Cuvier que en contacto con el agua se vuelven gelatinosos y pegajosos que paralizan a su víctima. La otra especie más frecuente es *Aslia lefevrei*, que tiene un cuerpo marrón claro, ligeramente fusiforme con tentáculos negros largos y que puede retraer completamente lo mismo que sus pies ambulacrales cuando se retira del agua. Puede formar grandes concentraciones de individuos buscando grietas y cavidades de las rocas.

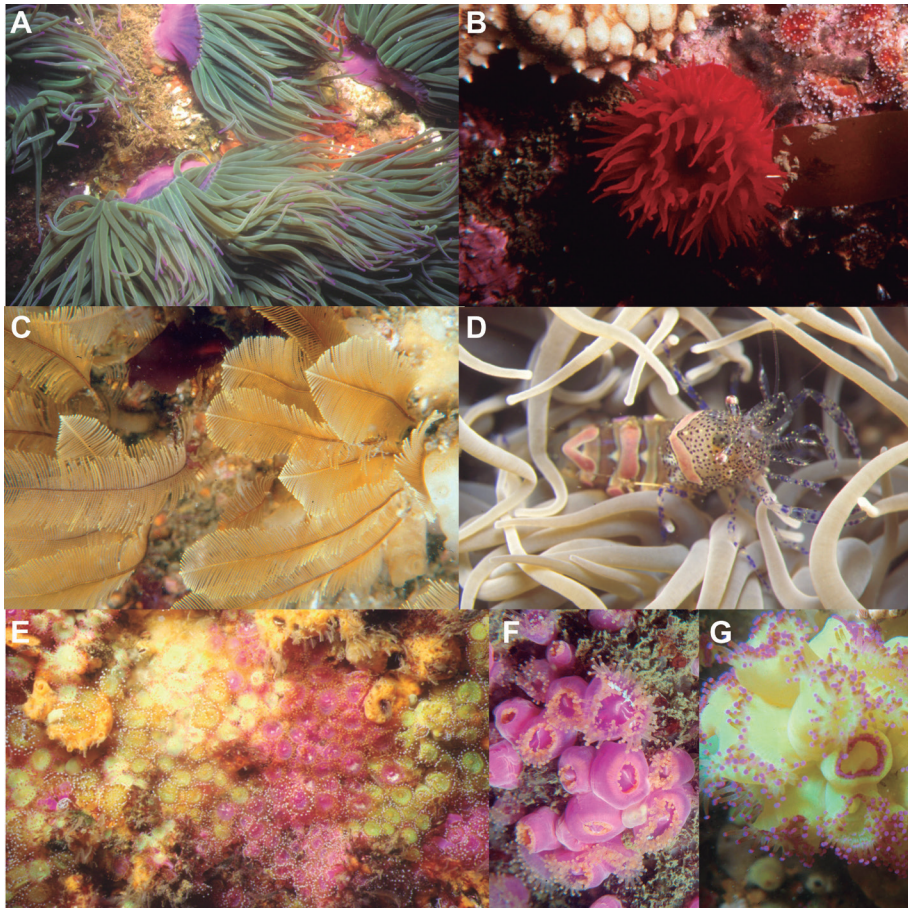


Figura 11: Cnidarios. A: *Anemonia viridis* puede formar agrupaciones que dan cobijo a otras especies de crustáceos. B: *Actinia equina* con su aspecto característico bajo el agua. C: *Gymnangium montagui* es un hidrozoo frecuente y de gran belleza. D: *Periclimenes scriptus*, un crustáceo que busca la protección que le brindan los tentáculos urticantes de las anémonas. E-F- G: *Corynactis viridis* mostrando algunas de las coloraciones llamativas que puede presentar.

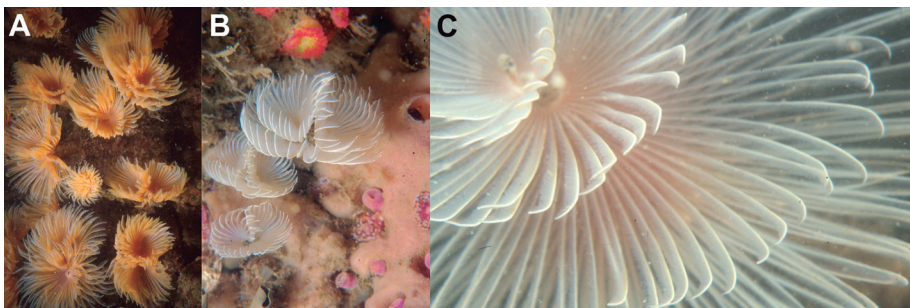


Figura 12: Poliquetos tubícolas. A: *Bispira volutacornis*. B y C: *Sabella spallanzani*.

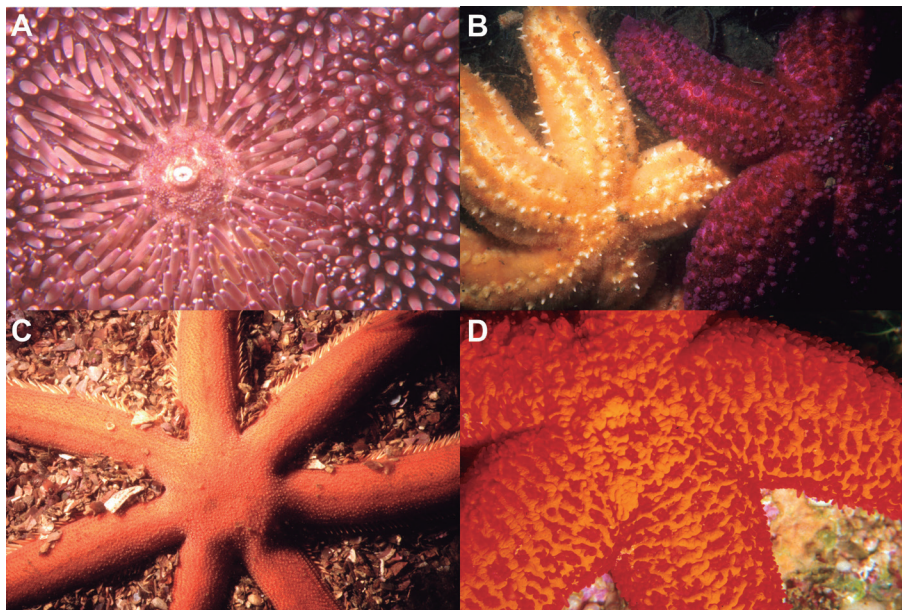


Figura 13: Algunos equinodermos característicos del infralitoral de la zona de estudio. A: *Sphaerechinus granularis*. B: *Marthasterias glacialis* y *Asterias rubens*. C: *Luidia ciliaris*. D: *Echinaster (Echinaster) sepositus*.

De las ofiuras que habitan en roca podemos citar por ser una de las especies más comunes a *Ophiothrix fragilis*, que aunque aparece en el intermareal bajo las rocas es más frecuente en infralitoral en roca o asociado a los rizoides de laminarias, e incluso en otras zonas del Atlántico hasta los trescientos cincuenta metros. Se caracteriza por tener unas espinas finas en los brazos, de coloración variable rojo, blanco, marrón, verde o naranja.

De las ocho clases de moluscos, los más abundantes en la zona en cuanto a biodiversidad son los gasterópodos, bivalvos y cefalópodos aunque de otras como los polioplacóforos o los sole-nogastros están descritas un número relativamente importante de especies (Trigo *et al.* 2018).

Entre los moluscos gasterópodos encontramos sobre rocas una de las mayores especies de este grupo la caracola o bugina, *Charonia lampas*, que puede alcanzar los veinticinco centímetros de longitud. En esta zona cuando aparece a profundidades menores de veinticinco metros aproximadamente, suele estar concrecionada por algas calcáreas y otros invertebrados como briozoos o pequeños crustáceos, mientras que las especies de más fondo aparecen con la concha limpia en la que se aprecian sus cordones espirales característicos blancos y marrones. Por su extraordinaria belleza, y variedad morfológica destacamos los opistobranquios en los que la concha puede estar reducida o desaparecer como es el caso de los nudibranquios, un grupo en el que la falta de concha ha hecho que hayan desarrollado un mecanismo de defensa química ante sus depredadores o bien utilizar las células urticantes de los cnidarios. De los nudibranquios citaremos algunas especies bien conocidas, los cromodoris azules como *Felimare villafranca*, *F. cantabrica* o *F. tricolor*, otros tan llamativos como las Flabellinas o los doridáceos como *Doris verrucosa* que se alimenta de esponjas.

Los moluscos bivalvos en esta zona viven en su mayoría en fondos blandos pero algunas especies son destacables por su hábito de vida. Tal es el caso de la zamburiña, *Mimachlamys varia* o

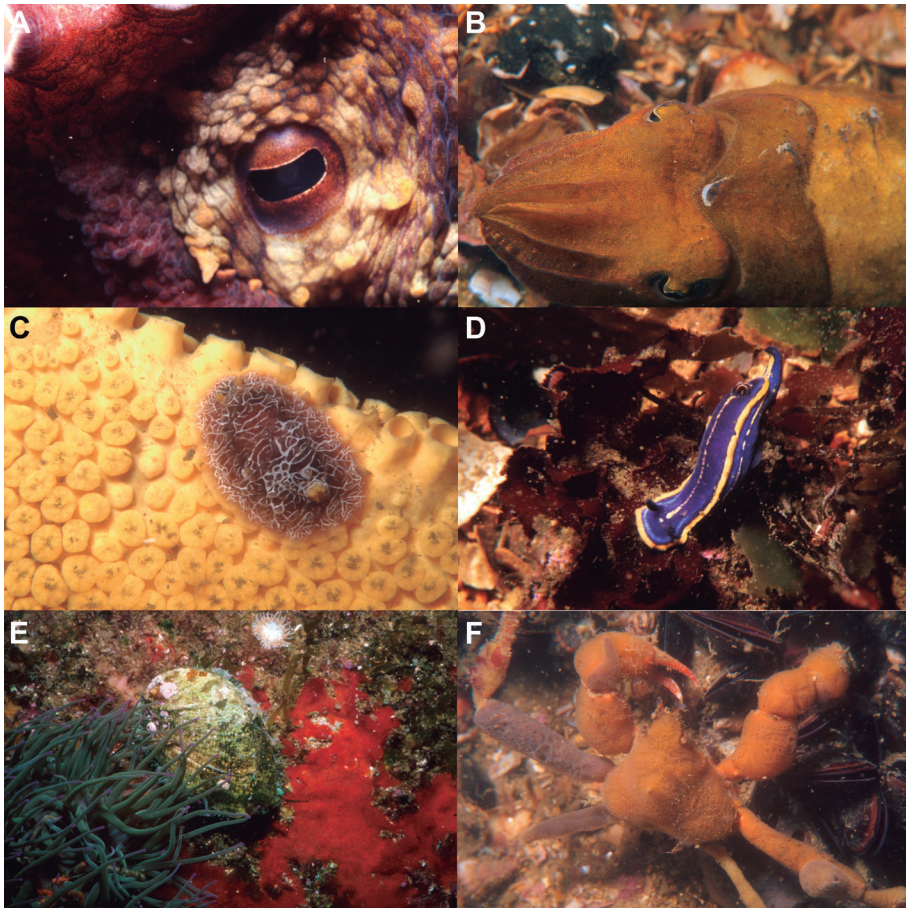


Figura 14: Moluscos y crustáceos. A: El pulpo, *Octopus vulgaris*. B: El choco, sepia o jibia *Sepia officinalis*. C: El nudibranquio *Doriopsilla areolata* sobre la esponja *Cliona celata*. D: El nudibranquio azul *F. cantabrica*. E: La oreja de mar *Haliotis tuberculata*. F: *Inachus*, un pequeño crustáceo que se recubre de esponja para su autoprotección.

la que no hay que confundir con *Aequipecten opercularis*, la volandeira, que es la que aparece en los mercados y restaurantes con el nombre de zamburiña, hoy en día la mayor parte procedente del comercio exterior, de Chile o Argentina. La zamburiña puede encontrarse unida a sustratos rocosos mediante unos pequeños filamentos, el biso que de forma similar al mejillón, le permiten vivir fijo al sustrato. En la zona eran frecuentes las piedras que se nombraban haciendo referencia a la presencia de este molusco como zamborela o pedra zamburiñeira.

De entre cefalópodos (Figura 14), si bien el pulpo *Octopus vulgaris* es el único que podríamos definir típicamente en fondos de roca, el choco, *Sepia officinalis* o el calamar, *Loligo vulgaris* se mueven entre los fondos arenosos y las rocas tratando de buscar su dieta diaria formada principalmente por crustáceos y pequeños peces.

Los crustáceos, es uno de los grupos que presenta gran variedad de especies, algunas de ellas de gran valor en el mercado y se tratarán en el apartado de especies comerciales. Este subfilode

los artrópodos tienen un exoesqueleto articulado formado principalmente por quitina. Aparte de los percebes y bellotas de mar o arneirones que son cirrípedos, los más populares se agrupan en la clase de los malacostráceos a la que pertenecen los isópodos, anfípodos y decápodos entre otros. Estos últimos entre los que se encuentran los cangrejos, langostas, bogavantes y gambas, tiene cinco pares de patas. A distintos rangos de profundidad y viviendo tanto en fondos blandos como duros, y en charcas, encontramos el cangrejo verde, *Carcinus maenas*. Los cangrejos del género *Inachus* y *Macropodia* frecuentan anémonas para protegerse y se recubren de esponjas y algas para camuflarse. Los cangrejos ermitaños son frecuentes en fondos de arena y fango aunque se pueden encontrar también en fondos rocosos. Destacan *Pagurus bernhardus*, y *P. prideaux*. Otros decapodos poco comerciales son *Scyllarus arctus*, el santiaguino, que aunque de interés no es abundante, *Xantho pilipes*, es otra de las especies características.

De las especies de peces más frecuentes en la zona se hará mención en este capítulo en el apartado de especies explotadas.

3.4. Fondos rocosos circalitorales

El dominio circalitoral comprende la región contigua a la zona infralitoral desde los 50 metros aproximadamente hasta los 200, en donde la luz disminuye considerablemente y no hay apenas vegetación bentónica. En la zona de estudio, los fondos rocosos circalitorales se circunscriben a los bajos situados en la zona externa de las rías ya que en el interior no hay grandes profundidades y las rocas de las costas no se extienden mucho más allá de los 20-25 metros donde aparecen los fondos sedimentarios. Estos bajos de norte a sur son: el bajo Cabaleiro, al noroeste de punta Pieiro grande, el de las Laixiñas, al oeste de cabo Pieiro Pequeno, el del Zorrón en la entrada norte de la ría de Ferrol, el Bajo de As Merloeiras, en la entrada norte de la ría de Ares y el de As Xacentes al norte de la ría de A Coruña.

La vida marina está caracterizada por la disminución de la flora bentónica en la que las algas calcáreas incrustantes dominan la superficie de las rocas de naturaleza granítica y algunas algas rojas de escaso porte. Las especies más abundantes y características son los poríferos de gran tamaño como *Cliona celata*, así como especies de esponjas masivas descritas por primera vez en este área como *Guitarra solorzanoi* y *Tedania urgorrhii*; también se encuentran campos de esponjas champiñón del género *Artemisina* que pueden encontrarse en densidades altas y son muy frecuentes esponjas incrustantes. Los cnidarios más abundantes son las gorgonia roja *Leptogorgia sarmentosa* que forma bosques importantes y alcanzan más de un metro de altura y la gorgonia blanca *Eunicella verrucosa* que aparece en solitario en medio de los bosques de gorgonias rojas o sobre las rocas graníticas; el otro antozoo frecuente es la actinia blanca *Actinotheria sphyrodeta*. Se encuentran regularmente el poliqueto solitario *Sabella spallanzanii* y los equinodermos *Echinus esculentus* y *Holothuria (Panningothuria) forskali*. El molusco *Charonia lampas* se encuentra de forma frecuente ramoneando en las rocas de la zona y con su concha concrecionada con algas calcáreas. Por último, aunque son frecuentes los briozoos incrustantes es de destacar la especie *Pentapora foliacea* (Figura 15).

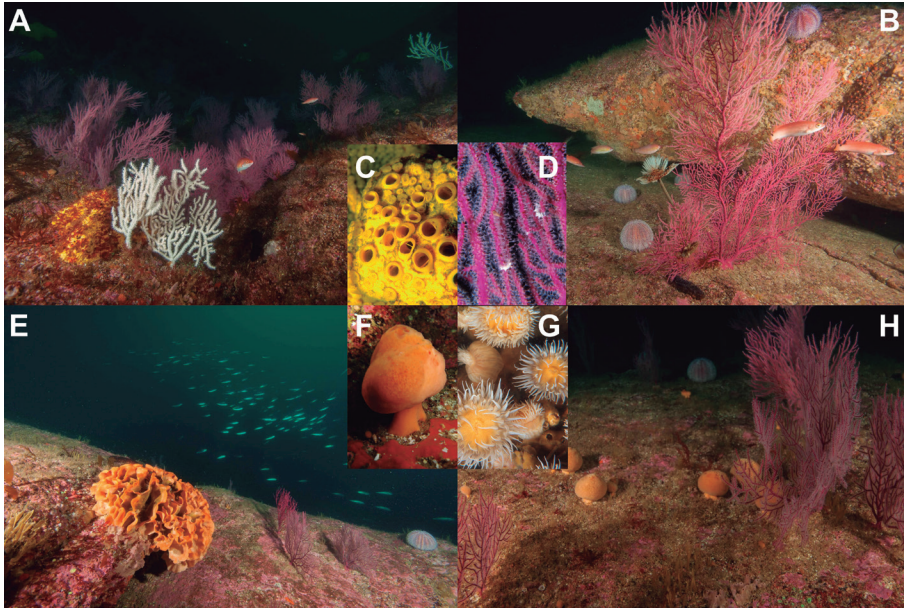


Figura 15: Algunas de las especies que caracterizan los fondos circalitorales rocosos en el arco Ártabro. A: Bosque de gorgonias con predominio de la gorgonia roja *Leptogorgia sarmentosa* y presencia de la gorgonia blanca *Eunicella verrucosa* y la esponja *Cliona celata*. B: El erizo *Echinus esculentus* es abundante en estos fondos. C: Detalle de los ósculos de *Cliona celata*. D: Detalle de los pólipos de *Leptogorgia sarmentosa*. E: *Pentapora foliacea* es un briozoo de gran porte y abundante en los fondos rocosos infralitorales de las cabeceras de las rías, por debajo de los 15m. F: La esponja champiñón del género *Artemisina*. G: *Actinothoe sphyrodeta*, la anémona blanca. H: Campos de esponja champiñón.

4. Especies explotadas

La mayor parte de las especies comerciales en el arco ártabro que viven en ambientes rocosos son comercializadas en las lonjas y puertos de la zona como Ferrol, Maniños, Mugardos, Ares, Pontedeume, Sada, Lorbé y Coruña. Estas especies capturadas con distintas artes de enmalle, nasas o a mano, pertenecen a los crustáceos, moluscos, equinodermos y peces. De entre los primeros cabe destacar por su importancia económica al percebe (*Pollicipes pollicipes*), la nécora (*Necora puber*), la centolla (*Maja brachydactyla*) el buey de mar (*Cancer pagurus*), el lubrigante (*Homarus gammarus*) y el camarón (*Palaemon serratus*) si bien este último no se subasta frecuentemente en las lonjas de la zona. De entre los moluscos, aparte de las especies que pueden cultivarse en batea en la ría de Ares-Betanzos (Mejillón y ostra) destacan entre los cefalópodos el pulpo (*Octopus vulgaris*) del que se hace una fiesta gastronómica de interés turístico en Mugardos preparado en su estilo local, el calamar (*Loligo vulgaris*) y el choco, sepia o Xiba (*Sepia officinalis*), que tiene su fiesta gastronómica en la localidad de Ares. De entre los equinodermos, además del erizo de mar (*Paracentrotus lividus*) se está mostrando interés por las holoturias (*Holothuria (Pannigothuria) forskali*) tanto para su recolección como para su cultivo con perspectivas del mercado asiático.

La lista de peces sería un poco más extensa pero para destacar los peces de roca capturados por la flota artesanal de bajura en la zona podemos destacar el pinto y la maragota (*Labrus bergylta*), los vellos (Familia Labridae), el abadejo (*Pollachius pollachius*), los sargos (*Diplodus* spp.), la pintarroja (*Scyliorhinus canicula*), la robaliza (*Dicentrarchus labrax*), el congrio (*Conger conger*) o el sanmartiño (*Zeus faber*) (Figura 16).



Figura 16: Algunas de las especies más frecuentes y cotizadas en las lonjas de la zona, donde predominan las especies de roca capturadas con artes de enmalle. A: La robaliza *Dicentrarchus labrax*. B: La maragota *Labrus bergylta*. C: Los vellos pertenecientes a la familia Labridae. D: Sargos, *Diplodus* spp. E: Sanmartiño, *Zeus faber*.

5. Localidades de interés

Por la diversidad que atesoran algunos bajos de la boca de algunas rías o en el exterior de las mismas son lugares de gran interés como los bajos del Zorrón, Cabaleiro, Laixiñas, As Merloeiras, Xacentes, Merlón o Rompedeiro. Estas zonas rocosas y profundas en la mayor parte de los casos presentan especies distintas a las que se pueden encontrar dentro de las rías algunas de las cuales ya se han comentado en el apartado del dominio circalitoral. Son además, zonas importantes para la pesca. Las pequeñas islas que están dentro del arco ártabro como las Gabeiras, Mirandas, Marola o Islas de San Pedro albergan poblaciones de aves en la parte exterior y comunidades algales que dan cobijo a muchas especies de invertebrados y peces.

Dentro de la ría de A Coruña son de destacar algunos bajos que albergan una elevada diversidad con respecto a otras zonas adyacentes. Uno de ellos es O Grelle, un bajo que desciende hasta casi los 30 metros y donde abunda la fauna de invertebrados que tapizan todas las rocas: *Corynactis* sp., chocos, pulpos, grandes esponjas, bancos de peces, gorgonias rojas, ceriantarios, alcionáceos y con unas paredes verticales impresionantes de roca granítica, siendo uno de los lugares más visitados para la práctica del buceo (Figura 17).

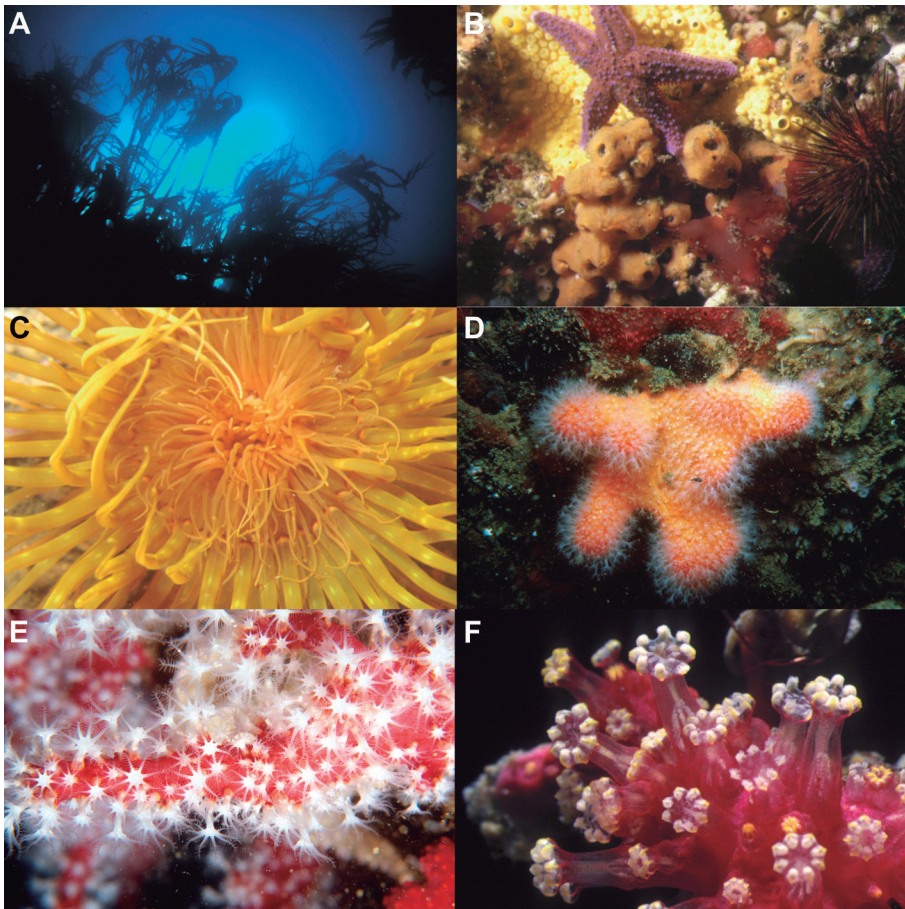


Figura 17: El golfo Ártabro tiene localidades muy interesantes en cuanto a la flora y la fauna sumergida. En O Grelle, un bajo cercano a la ciudad de A Coruña se pueden encontrar bosques de laminarias con fondos rocosos que llegan hasta los 30 metros de profundidad. A: Bosque de laminariales. B: Fauna bentónica que tapiza las rocas. C: *Cerianthus membranaceus*. D: *Alcyonium digitatum*. E-F: *Alcyonium glomeratum*.

6. Especies invasoras

Crepidula fornicata es la especie invasora más destacable en la zona con respecto a la temática de este capítulo, Es una especie de gasterópodo que se cree que se extendió por la península Ibérica por medio de las importaciones de ostras procedentes de Francia e Italia. Puede afectar

a especies de bivalvos como mejillón y vieira. Su presencia se ha detectado unido a las valvas de estos moluscos y unido a conchas y algas en la ría de Ares.

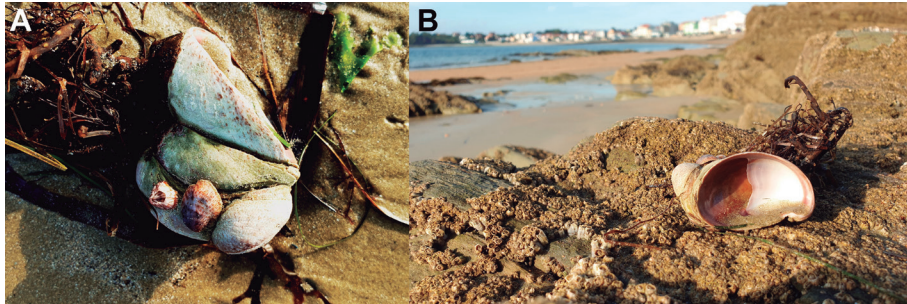


Figura 18: *Crepidula fornicata* es una especie invasora de molusco gasterópodo que ya es frecuente en la ría de Ares.

8. Agradecimientos

A Javier Souto experto buceador y extraordinario científico especialista de briozoos, por la cesión de algunas fotografías (Figs. 15A, B, E, F, H) y por demostrarnos su amistad todos estos años.

A Jorge Candán, experto fotógrafo y doble campeón del mundo de video submarino por cedernos la imagen del fondo de maêrl de la figura 3 y las 10E y 10H y tener en él una ayuda permanente y asesoramiento fotográfico.

A Bruno Cash por habernos cedido amablemente la fotografía aérea de la Figura 1.

9. Bibliografía

Abad M. (2016). *La familia Splanchnotrophidae (Crustacea, Copepoda, Poecilostomatoida) en la Ría de Ferrol y en la de Ares (NW Península Ibérica)*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Bañón R. (Ed.) (2017) *Inventario de la biodiversidad marina de Galicia: Proyecto LEMGAL*. Consellería do Mar, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela. 570 pp.

Barberá C., Bordehore C., Borg J.A., Glemarec M., Grall J., Hall-Spencer J. M. y Valle C. (2003). Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maerl beds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13(S1), S65–S76. doi:10.1002/aqc.569.

Candás M. (2015). *Los Copepoda Harpacticoida de la ría de Ferrol (NW Península Ibérica)*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Cristobo F.J. (1996). *Esponjas del Orden Poecilosclerida (Porifera, Demospongiae) de la Ría de Ferrol (NW de España)*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Díaz G. (2015). *Patrones de distribución de moluscos gasterópodos en sustratos duros intermareales naturales y artificiales en la ría de Ferrol, Galicia*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Díaz G., Moreira J., Tato R., García-Regueira X. y Urgorri V. (2010). Distribution and population structure of *Patella vulgata* Linnaeus, 1758 (Gastropoda: Patellidae) on intertidal seawalls and rocky shores in the Ría de Ferrol (Galicia, NW Iberian Peninsula). *Thalassas* 26 (2), 79-91.

Fernández-Pulpeiro E., Reverter-Gil O. y Barcia M.C. (1996). Adiciones al inventario de los Briozoos de Galicia (N.O. España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 6, 107-113.

García O., Míguez L., Abelleira J., Ortiz S. y Viejo M. (1993). Poblamiento faunístico intermareales de sustrato duro de la ría de la Coruña. *Publicaciones Especiales. Instituto Español de Oceanografía* 11, 267-274.

Míguez L.J. (2001). Distribución espacial y actividad bioerosiva de *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) (Echinodermata, Echinoidea), en la región intermareal rocosa de la costa de A Coruña (NW de España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 11, 249-256.

Míguez L.J. (2009). *Equinodermos (crinoideos, equinoideos y holothuroideos) litorales, batiales y abisales de Galicia*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela, España

Olabarría C. (1996). *Malacofauna bentónica de la ensenada do baño (Ría de Ferrol): estudio faunístico y ecológico*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Parapar J. (1986). *Hidrozoos de Galicia, Familia Sertulariidae*. Tesis de licenciatura inédita. Universidad de Santiago de Compostela.

Parapar J. (1991) *Anélidos poliquetos bentónicos de la Ría de Ferrol (Galicia)*. Universidade de Santiago de Compostela. Servicio de Publicacións e Intercambio Científico da Universidade de Santiago de Compostela 1992. Santiago de Compostela. 1104 pp.

Parapar J., Martínez-Ansemil E., Caramelo C., Collado R. y Schmelz R. (2009). Polychaetes and oligochaetes associated with intertidal rocky shores in a semi-enclosed industrial and urban embayment, with the description of two new species. *Helgoland Marine Research* 63, 293-308.

Peña V. (2010) *Estudio ficológico de los fondos de maerl y cascajo en el noroeste de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña, España.

Ramil F. (1988). *Hidrozoos de Galicia*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela, España.

Reboreda P. (1996). *Isopodos litorales de la Ría de Ferrol (Galicia) NW. de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Reverter O. y Fernández E. (1996). Cribriliniidae (Bryozoa, Cheilostomatida) from the Ría de Ferrol (NW Spain). *Journal of Natural History* 30, 1247-1260.

Reverter-Gil O., Fernández-Pulpeiro E. y Estévez-Ojea, O. (1995). Briozoos Ciclostomados de la ría de Ferrol (N.O. España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 5, 207-214.

Reverter-Gil O. (1995). *Briozoos de la ría de Ferrol*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela, España.

Ríos P. y Cristobo F.J. (2017). Porifera. En: Bañón, R. (Ed.). *Inventario de la biodiversidad marina de Galicia: Proyecto LEMGAL*. Consellería do Mar, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela. 570 pp.

Solórzano M.R., Cristobo F.J. y Urgorri V. (1991). Introducción al poblamiento de poríferos de la biocenosis de maerl en la Ría de Arousa (Galicia, España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Biol.)* 87 (1-4), 175-185.

Solórzano M.R. (1990). *Poríferos del litoral Gallego: Estudio faunístico, distribución e inventario*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela, España.

Souto Derungs J. (2011). *Briozoos estudiados durante la realización del proyecto "Fauna Ibérica: Briozoos I"*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Trigo J.E., Díaz Agras G.J., García Alvarez O.L., Guerra A., Moreira J., Pérez J., Rolán E., Troncoso J.S. y Urgorri, V. (2018). Guía de los Moluscos marinos de Galicia. Servicio de publicaciones de la Universidade de Vigo. Vigo. 836 pp.

Troncoso J.S., Urgorri V., Parapar J. y Lastra M. (1988). Infralitoral molluscs of hard substratum of the ría de Ares y Betanzos (Galicia, Spain). *IBERUS* 8(2), 53-58.

Urgorri V., Troncoso J.S. y Dobasro J.F. (1992). Malacofauna asociada a una biocenosis de maerl en la ría de Ferrol (Galicia, NO España). *Anales de Biología (Biología Ambiental)* 18, 161-174.

Vázquez E. (1993). *Estudio faunístico, autoecológico y biogeográfico de los tunicados bentónicos de la ría de Ferrol (Galicia)*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela, España.

Vidal-Romaní R. (2018). La historia geológica de la formación del Golfo Ártabro (Coruña). En: *Patrimonio Natural e Cultural do Golfo Ártabro, Un mar de vida para a cidadanía*. CEIDA-Centro de Extensión Universitaria e Divulgación Ambiental de Galicia. 67 pp.

Capítulo 7. Actividad pesquera de la flota artesanal en el puerto de La Coruña

Pilar Ríos¹, Eva Velasco², Marco A. Ámez³, Jose Luis Cebrian⁴, Jose Rodríguez³ y Jose Castro⁴ (PROYECTO SAP)

¹ Centro Oceanográfico de A Coruña. Instituto Español de Oceanografía. Paseo Marítimo Alc. Fco. Vázquez, 10. 15001. A Coruña.

² Centro Oceanográfico de Gijón. Instituto Español de Oceanografía. c/ Príncipe de Asturias 70 bis, 33212 Gijón, Asturias.

³ Centro Oceanográfico de Santander. Instituto Español de Oceanografía. Promontorio San Martín s/n, 39004, Santander, Cantabria.

⁴ Centro Oceanográfico de Vigo. Instituto Español de Oceanografía. Av. da Beiramar, 37, 36202 Vigo, Pontevedra.

1. Introducción

La pesca constituye uno de los pilares del Puerto de La Coruña, donde en el año 2016 operaron 50 barcos de altura y 120 embarcaciones de bajura. Con una media desembarcada de 40.000 toneladas anuales de pescado fresco y marisco, éste genera anualmente un volumen de negocio en torno a 100 millones de euros en primera venta, y unos 10.000 puestos de trabajo.

El Instituto Español de Oceanografía (IEO) siempre ha sido consciente de la necesidad de desarrollar líneas de investigación pesquera, dada la importancia internacional de España en esta actividad económica y la alta dependencia socioeconómica de la pesca en gran parte de la población (Fernández 2014).

En la década de los 70 comenzó la colaboración del Centro Oceanográfico de La Coruña (IEO) con la Autoridad Portuaria de la ciudad (denominada Junta de Obras del Puerto desde su creación en 1877 hasta el cambio de nombre en 1993), que consistía en la recopilación mensual de la información de descargas por buque y marea de las hojas de desembarco. Desde entonces, se mantienen los muestreos en lonja y las bases de datos pesqueros, introduciendo las modificaciones requeridas en la gestión de recursos pesqueros por la Política Pesquera Común (PPC).

El primer reglamento de recopilación de datos para el funcionamiento de la Política Pesquera Común (DCR¹) se publicó en 2001 (Reglamento (CE) No. 1639/2001), acorde con la gestión que se realizaba en aquel momento de las pesquerías, centrada en una visión por stocks. En 2009 se implementó un nuevo marco de recopilación de datos (Reglamento (CE) No. 199/2008 del Consejo) a fin de solventar algunas de las deficiencias encontradas y poder proporcionar el conocimiento necesario para adoptar las medidas de gestión adecuadas. Aquel enfoque se basaba en el muestreo por flotas pesqueras, siguiendo la tendencia en el contexto europeo de desarrollar una gestión basada en la actividad de las flotas que facilite un asesoramiento ecosistémico.

A partir de esta fecha hubo que cambiar la estrategia de muestreo sustituyendo el stock por el metier² como estrato de muestreo y adoptar una nueva metodología, denominada muestreo simultáneo o “concurrente”, cuyo objetivo al muestrear una marea³ es el de obtener las distribuciones de tallas de todas las especies desembarcadas en lugar de estar dirigido a una única especie como era habitual hasta entonces (DECISION 2008/949/CE).

El nuevo reglamento en vigor ((UE) 2017/1004) que establece el marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico, adopta una posición más flexible que el anterior. Este reglamento no predetermina los estratos de muestreo ni la estrategia a seguir con el conjunto de especies desembarcadas en una marea, poniendo el énfasis en la necesidad de alcanzar estos acuerdos a nivel regional (ya que muchos stocks son transzonales) y en la importancia de mejorar la documentación y el diseño estadístico del muestreo hasta la obtención de las estimas para el stock dado.

¹ Data Collection Regulation.

² Metier: grupo de operaciones de pesca que tienen por objeto la captura de especies (o conjuntos de especies) similares con artes similares durante el mismo período del año o en la misma zona, y se caracterizan por modelos de explotación similares (Decisión 2008/949/CE).

³ Duración del embarque desde que se sale hasta que se regresa a puerto.

El seguimiento de la actividad pesquera en el Atlántico Nordeste lo coordina desde 2003 el proyecto SAP⁴ del IEO obteniendo, analizando y elaborando la información necesaria para proporcionar datos de la actividad pesquera de la flota española que opera en esta área con la calidad requerida para su uso científico (Fig. 1).

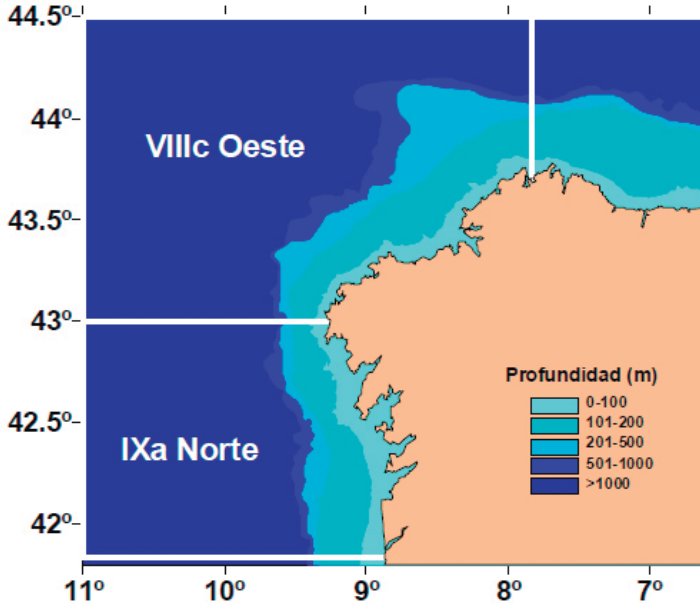


Figura 1: Subdivisión VIIIc-Oeste de ICES, donde se ubica el puerto de La Coruña.

La recogida de datos biológicos se realiza a través de la Red de Información y Muestreo (RIM) para el muestreo de los desembarques en lonja y el equipo de Observadores A Bordo (OAB), para el muestreo de la captura total (retenida y descartada). En ambos casos, sus tareas principales son la identificación taxonómica de las especies explotadas, el registro del volumen capturado y la obtención de sus respectivas distribuciones de tallas (Fig. 2). Por sus requerimientos, el muestreo OAB solo se realiza en buques con espacio suficiente para enrolar observadores científicos, motivo por el cual su extensión a la flota artesanal es prácticamente nula.

La recopilación de datos básicos pesqueros se completa con las estadísticas oficiales (Notas de Venta y Diarios de Pesca) que son proporcionadas anualmente por la Secretaría General de Pesca (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente).

En este encuadre se analiza la actividad pesquera basada en la flota artesanal del puerto de La Coruña, que faena en el caladero nacional Cantábrico-Noroeste, correspondiente a la subdivi-

⁴ Proyecto SAP (Seguimiento Actividad Pesquera).

sión VIIIc Oeste⁵ (Punzón *et al.* 2010) con especial interés en la modalidad de artes menores (Real Decreto 410/2001), incluyendo las categorías de enmalle, aparejos de anzuelo y nasas.

2. Metodología de estudio

La metodología empleada es la seguida por la Red de información y muestreo (RIM), utilizando los datos correspondientes al año 2016 para muestreos concurrentes, realizados dentro del Programa Nacional de Datos Básicos (PNDB) en el área ICES (Subdivisión VIIIc Oeste) e incluidos en la base de datos SIRENO del IEO.

Se analizaron un total de 4.426 mareas, de las cuales, 4.368 provenían de la información de desembarcos y el resto de muestreos de tallas en lonja en el puerto de La Coruña. La de desembarques consistió en la identificación del buque, arte de pesca empleado y peso total desembarcado por especie, para cada marea. Para los muestreos biométricos, además de identificar el buque y el arte de pesca empleado, se realizó un muestreo aleatorio estratificado por categoría comercial de todas las especies descargadas en una marea, ponderándose las tallas⁶ a la captura de la misma.

Se ha seleccionado la flota artesanal ya que es la que más interacción y cercanía tiene respecto al puerto de La Coruña, puesto que faena principalmente en el interior y entorno de las rías.



Figura 2: Muestreadores en la lonja de La Coruña tomando datos biométricos.

⁵ Zonas estadísticas reguladas por el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM/ICES).

⁶ Longitud Total en cm, siendo ésta el resultado de medir el pez desde el extremo anterior de la boca hasta el extremo posterior de la aleta caudal.

Esta modalidad de artes menores se compone de tres categorías (Real Decreto 410/2001): artes de enmalle (betas, miños y trasmallos), aparejos de anzuelo (línea, potera, cacea al curricán y palangrillo) y nasas.

De los 80 buques con puerto base La Coruña registrados para faenar con artes menores⁷ en el caladero nacional, 64 tienen permiso para utilizar la beta, el palangre y/o la nasa para pulpo. En 2016, año en que se inició la toma de muestras para estos metiers en el puerto de La Coruña, con el fin de cumplir los compromisos adquiridos por España dentro del Programa Nacional para el seguimiento de la actividad pesquera, se realizaron un total de 58 muestreos biométricos en lonja (Tabla 1).

Los aparejos principalmente empleados por la flota artesanal que actúa en la zona son:

Betas. Se trata de artes de enmalle fijos al fondo, de forma rectangular, constituidos por varios paños de red, con una malla mínima de 60 mm y 80 mm en el caso de que vaya dirigido a la pesca de lenguado y merluza. Cada una de las piezas de red que componen el arte tendrá unas dimensiones máximas de 50 x 3 m y la longitud máxima total del arte, medido de puño a puño, no podrá exceder de 4500 metros.

Palangrillo. Es un aparejo de anzuelo, de estructura similar al palangre de fondo, pero que se diferencia de éste por sus menores dimensiones. Consta de un cabo madre horizontal del que penden brazoladas verticales, convenientemente separadas. El tamaño mínimo de los anzuelos está regulado según las especies objetivo. La longitud total máxima del palangrillo no puede superar los 3000 metros y el número máximo de anzuelos no excederá de 1000.

Nasas. Son artes fijadas al fondo, construidas en forma de cesto, barril o jaula, compuestas por un armazón rígido o semirrígido recubierto de red. Están provistas de una o más aberturas o bocas de extremos lisos, que permiten la entrada de las especies al habitáculo interior y no así su salida. Las nasas se calan mediante un aparejo denominado tanza, tren o cacea, en el que cada nasa se une a una relinga llamada madre a intervalos regulares y cuya longitud total no puede sobrepasar los 5000 m. El número máximo de nasas por embarcación es 350 y cada una de ellas tiene unas dimensiones límite de 55 cm longitud x 35 cm anchura/diámetro.

Además de los datos científicos obtenidos por el muestreo directo de la actividad pesquera, se han recopilado las estadísticas pesqueras españolas proporcionadas por la Secretaría General de Pesca que incluyen:

- Censo de la Flota Pesquera Operativa (CFPO).
- Notas de Venta: registro de desembarques en volumen y en valor económico de toda la flota pesquera española que opera en zona ICES.
- Diarios Electrónicos de Pesca (DEA): registro de los desembarques, desagregados por día y rectángulo estadístico ICES, realizados por los buques de eslora superior a 10m de la flota española del Atlántico nordeste.

⁷ Registro de buques pesqueros da Comunidade Autónoma de Galicia para el caladero nacional y artes menores, con puerto base en Coruña, a fecha 06 septiembre 2017 (www.pescadegalicia.gal).

Tabla 1. Número de muestreos biométricos realizados en la lonja de La Coruña.

Área/Subdivisión ICES	Puerto	Metier	Nº Muestreos (2016)
VIIIc Oeste	La Coruña	BETA_CN	18
VIIIc Oeste	La Coruña	NASAPULPO_CN	10
VIIIc Oeste	La Coruña	PALANGRE_CN	30

3. Especies y tallas

Para el presente trabajo se han tenido en cuenta las especies que pudieran verse afectadas más significativamente por el tipo de metier muestreado con un número mínimo de ocho mareas analizadas:

- Escachos (Triglidae): *Chelidonichthys cuculus* (Linnaeus, 1758) (**GUR**), *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) (**GUU**), *Chelidonichthys obscurus* (Walbaum, 1792) (**GUM**) y *Trigla lyra* Linnaeus, 1758 (**GUN**)
- Merluza: *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) (**HKE**)
- Besugos (*Pagellus* spp): *Pagellus acarne* (Risso, 1827) (**SBA**), *Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768) (**SBR**) y *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) (**PAC**)
- Jurel: *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758) (**HOM**)
- Brótola: *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768) (**GFB**)
- Pintarroja: *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758) (**SYC**)
- Pulpo: *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (**OCC**)

En 2016 la flota artesanal desembarcó en la lonja de La Coruña 507.438 kg de los que se muestrearon 15.596,9 kg. El mayor desembarque se llevó a cabo por la flota de palangrillo, debido fundamentalmente a la descarga de tiburones, congrio, abadejo, jurel y merluza. La mayoría de los ejemplares muestreados correspondieron con mareas cuya especie objetivo fue la merluza. La variedad de especies fue mucho mayor en el desembarque realizado por betas, destacando la merluza, jureles y fanecas como las de mayor peso descargado y correspondiendo a las dos primeras la mayoría de los ejemplares muestreados. Las nasas básicamente desembarcaron pulpo (Fig. 3).

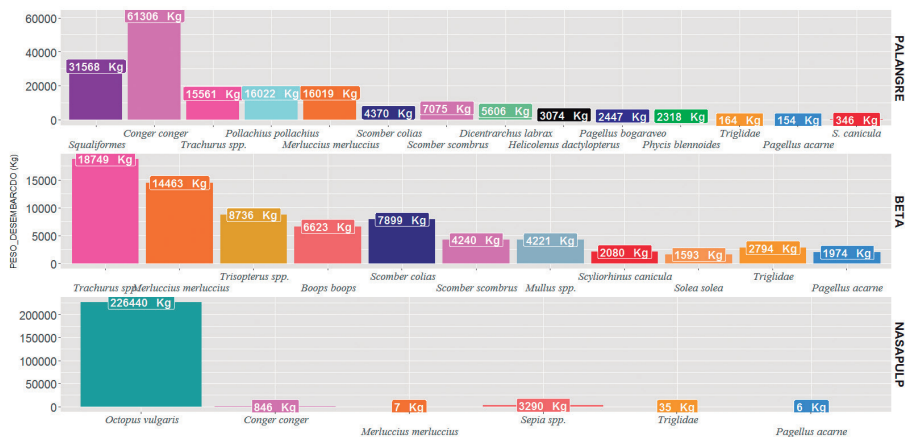


Figura 3: Desembarques por especie y metier procedente de la flota artesanal en la lonja de La Coruña el año 2016.

A continuación se describen brevemente cada una de las especies, procedentes de los diferentes metiers en los que se realizaron un número mínimo de mareas, así como su correspondiente análisis de tallas, siguiendo el orden de las especies según su importancia en capturas.

3.1. *Octopus vulgaris* (OCC)- Pulpo (nombre comercial); Polbo (Galicia) (BOE, 2018)

Molusco cefalópodo, muy apreciado y de gran importancia comercial (Fig. 4). Cuerpo saciforme, redondeado, sin aletas, con el manto (cabeza) consistente, rugoso y musculoso, pero no gelatinoso. Presenta 8 tentáculos (brazos) robustos, fuertes, cada uno de ellos con dos filas de ventosas. Ojos grandes y muy desarrollados, semejantes a los de los peces. Color muy variable, dependiendo del estado del animal, aunque predominan los tonos grisáceos, más o menos oscuros, verdosos y con manchas y tonalidades verdes o amarillas. Puede alcanzar los 160 cm de longitud total, aunque la longitud dorsal del manto llega a 40 cm máximo. Son animales carnívoros y depredadores, que utilizan los brazos de forma muy rápida para capturar la presa, que será triturada por las mandíbulas y la rádula. Su dieta se compone de crustáceos, peces, poliquetos, moluscos e incluso cefalópodos de su misma especie. Es una especie costera que suele vivir en aguas poco profundas, desde la superficie hasta 200 m, observándose migraciones estacionales hacia la costa, relacionadas con la reproducción. Se pesca fundamentalmente con nasas. Es frecuente en zonas rocosas, aunque también se encuentra en fondos arenosos, fangosos, cascajos o entre las algas; en otras latitudes de encuentra también en arrecifes de coral, resultando ser un animal cosmopolita en todos los océanos templados y tropicales (Velasco *et al.* 2013; Cristobo y Gabeiras 1999).



Figura 4: *Octopus vulgaris* en cajas preparado para su subasta en la lonja de La Coruña.

3.1.1. Análisis de tallas

El pulpo tiene un arte propio de captura, la nasa, habiéndose desembarcado 226.440 kg en la lonja de La Coruña en 2016, de los cuales 592,79 kg fueron muestreados (0,262 %). Además también se desembarcó una pequeña cantidad procedente de betas (364 kg) y palangre (308 kg) de los que se han medido tan pocos ejemplares, que no se tendrán en cuenta en este estudio (Fig. 5).



Figura 5: Datos biométricos de *Octopus vulgaris* en la lonja de La Coruña

El rango biométrico de esta especie se ha registrado entre 9-24 cm de longitud de manto, aunque la mayoría de los ejemplares se distribuyeron en un rango de 10-15 cm. El desembarque de las especies se llevó a cabo durante todo el año, siendo casi nulo en el mes de junio, coincidiendo con época de veda. No obstante, las mayores descargas se hicieron en la segunda parte del año (Fig. 6).

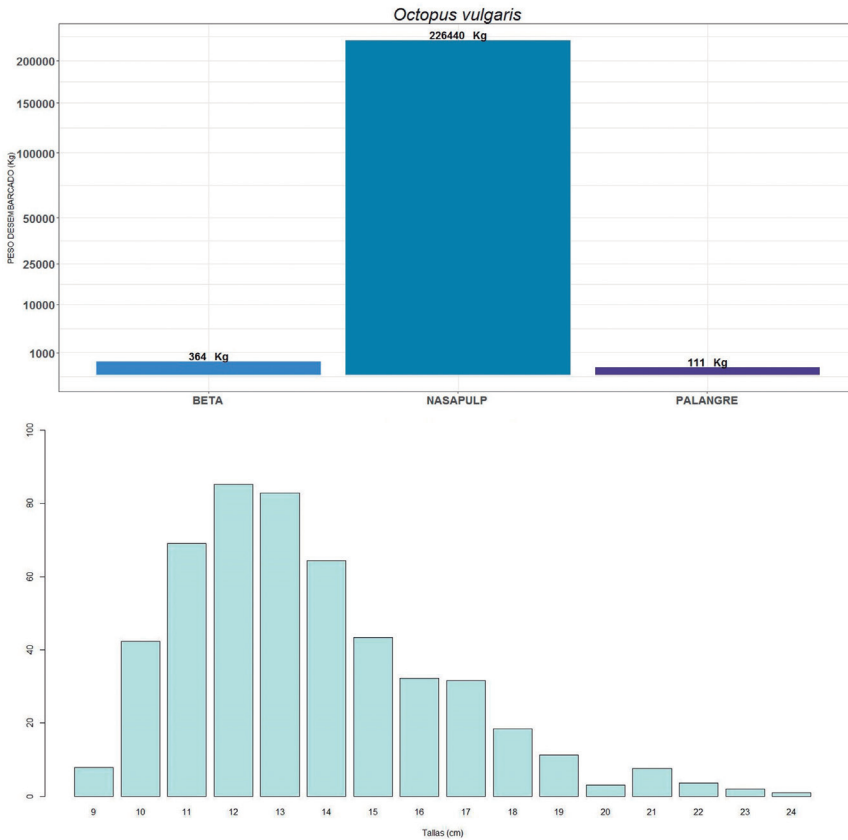


Figura 6: Peso desembarcado por metier en la lonja de La Coruña en 2016 y tallas (NASÁPULP_CN) correspondientes a los pulpos muestreados.

3.2. *Trachurus trachurus* (HOM) –Jurel (nombre comercial); Xurelo (Galicia) (BOE, 2018)

Esta especie pertenece a la familia Carangidae. Es un pez óseo de cuerpo esbelto, alargado. Hocico afilado y boca en posición oblicua (Fig. 7). Ojos con membrana adiposa. La línea lateral de extiende desde el opérculo hasta el final de la primera dorsal, donde desciende bruscamente hasta terminar debajo de los radios dorsales blandos. Las escamas de la línea lateral son grandes y acabadas en punta; los escudetes de la línea lateral accesoria son anchos. Estas 66-75 escamas-escudetes características, facilitan su identificación a nivel específico. De color gris verdoso a gris azulado, con reflejos metálicos; los costados son de color gris plateado y tiene una mancha negra en el ángulo superior del opérculo. La aleta caudal es de color amarillo sucio. Con una talla máxima de 70 cm, la más frecuente está en torno a 22 cm. Estos peces viven en mar abierto, casi siempre lejos de la costa. Al ser especies gregarias realizan desplazamientos en grandes bancos normalmente entre 100-200 m de profundidad. Durante los meses de verano son comunes cerca de la costa en fondos arenosos, pero en invierno descienden a mayores profundidades, estando su rango registrado entre 0-1050 m. Es carnívoro y se alimenta de peces, crustáceos y

cefalópodos. Se pesca sobre todo con cerco y arrastre, pero también con artes menores como el emmalle. Su presencia está constatada en el Atlántico este desde Noruega a Sudáfrica, incluyendo el Mediterráneo. (Smith-Vaniz 1986; Rodríguez Solórzano *et al.* 1986; Velasco *et al.* 2013).



Figura 7: *Trachurus trachurus* preparados para su subasta en la lonja de La Coruña.

3.2.1. Análisis de tallas

El jurel se presenta en las estadísticas pesqueras como *Trachurus* spp, pero las especies muestreadas corresponden a *Trachurus trachurus*. De betas se desembarcaron 18.749 kg, la mayoría en el mes de agosto, un tercio de los cuales por un mismo barco y en dos mareas, lo que hace pensar que dado el comportamiento gregario de esta especie, el patrón de este barco descubrió un banco importante en este periodo o que tal vez utilizara el racu para esta captura, para el cual también tenía permiso. De ellos se muestrearon 256,21 (1,37 %), con un rango métrico de 14-40 cm, siendo el más abundante 26-34 cm. Esta especie también se desembarcó de barcos que trabajaron con palangre, en cantidad considerable (15.644 kg), de los que el 98,8 % correspondieron a 7 mareas de junio de un mismo barco y cuyos ejemplares no fueron muestreados (Figs. 8 y 9).



Figura 8: Datos biométricos de *Trachurus trachurus* en la lonja de La Coruña.

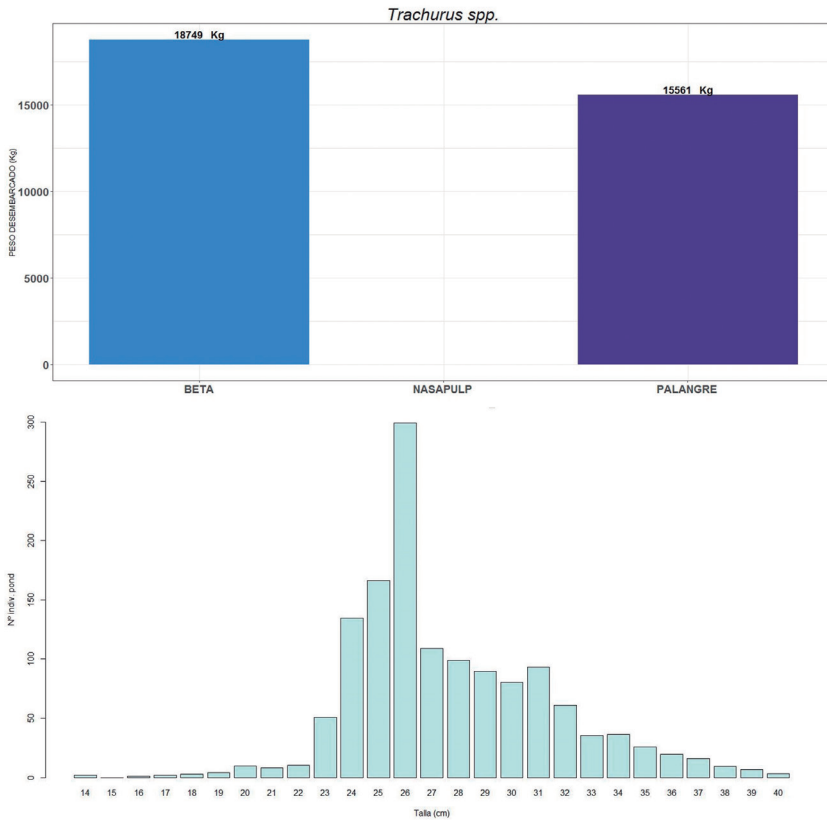


Figura 9: Peso desembarcado por metier en la lonja de La Coruña en 2016 y tallas ponderadas (BETA_CN) correspondientes a los jureles muestreados.

3.3. *Merluccius merluccius* (HKE)-Merluza/Merluza europea (nombre comercial); Pescada (Galicia) (BOE, 2018)

Pez óseo, de cuerpo alargado, cubierto de pequeñas escamas. Cabeza aguda y alargada, con depresión anterior y crestas óseas. Mandíbulas prominentes, alcanzando el ojo. Boca con dos filas de dientes en la mandíbula inferior y una en la superior. Interior de la boca y cavidad branquial de color negro. Dos aletas dorsales con radios blandos; la primera es corta y la segunda muy larga presentando escotadura en la parte terminal. La aleta anal, de similar longitud a la dorsal e igualmente con escotadura. Aletas ventrales dispuestas por delante a las pectorales. Aleta caudal triangular. Dorso gris oscuro, costados más claros y zona ventral plateada blanquecina (Fig. 10).

Los ejemplares adultos se alimentan principalmente de peces, entre los que se encuentran merluza, anchoas, sardinas, otros gádidos y también de cefalópodos. La dieta de los juveniles se compone básicamente de crustáceos (anfípodos y eufausiáceos fundamentalmente).

Viven en fondos de arena o cascajo y los adultos están muy próximos al fondo durante el día pero ascienden en la columna de agua durante la noche para alimentarse, prioritariamente entre 70-400 m, aunque su rango de profundidad es mayor (30-1075 m). Los juveniles se

acercan a la costa en verano y en invierno descienden a mayor profundidad. Se distribuye en aguas del Atlántico este desde Noruega e Islandia, hasta Mauritania, con presencia en aguas del Mediterráneo y la costa sur del mar Negro. (Coen *et al.* 1990; Velasco *et al.* 2013).

La merluza es uno de los más importantes stocks de peces demersales en aguas europeas. Se pesca con artes de arrastre, palangres volantas y betas. La calidad de la carne depende del arte empleado siendo la merluza más apreciada la pescada con artes de anzuelo, ya que llega a puerto menos mazada.



Figura 10: *Merluccius merluccius* preparadas para su subasta en la lonja de La Coruña.

3.3.1. Análisis de tallas

La mayor parte de la merluza desembarcada por la flota artesanal en la lonja de La Coruña en 2016 fue capturada por la flota palangrera (34.258 kg), aunque también por la flota artesanal que utiliza betas (14.473 kg). Los ejemplares muestreados alcanzaron un rango de 24-71 cm en las procedentes de betas, siendo las más frecuentes entre 28 y 51 cm. El rango de tallas aumenta a 23-104 cm en las capturadas mediante palangrillo cuya frecuencia más habitual es 43-80 cm. En ambos casos el desembarque más abundante se efectuó en los meses de febrero, septiembre y octubre, habiéndose muestreado 255,78 kg en la flota de beta (1,77 % del peso desembarcado) y 12.321,77 kg en palangrillo (35,97 %) (Figs. 11 y 12).



Figura 11: Datos biométricos de *Merluccius merluccius* en la lonja de La Coruña.

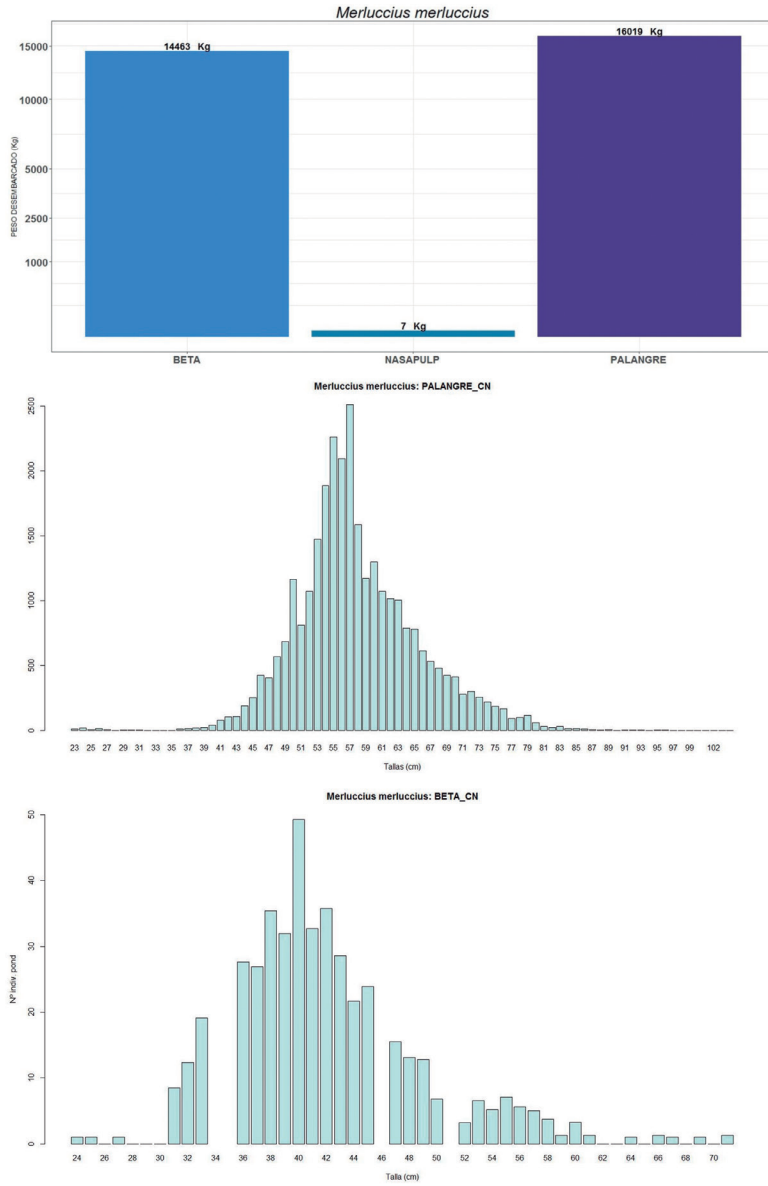


Figura 12: Peso desembarcado por metier en la lonja de La Coruña en 2016 y tallas ponderadas (PALANGRE_CN y BETA_CN) correspondientes a las merluzas muestreadas.

3.4. Besugos (*Pagellus* spp): *Pagellus acarne* (SBA), *Pagellus bogaraveo* (SBR) y *Pagellus erythrinus* (PAC)

A pesar de pertenecer a la misma familia (Sparidae), se venden siempre por separado ya que su valor comercial es muy diferente, según la especie. Los miembros de esta familia presentan un cuerpo esbelto y comprimido. Sus dientes son de dos tipos, con varias filas de caninos en la parte delantera y varias filas de molares hacia el interior de la boca.

***Pagellus acarne* (SBA)- Aligote (nombre comercial); Pancho bicudo (Galicia) (BOE, 2018).**

Perfil superior de la cabeza deprimido entre los ojos y diámetro del ojo menor que la longitud del hocico. Color gris rosado con reflejos dorados, la cabeza algo más oscura. Aletas de color rosa pálido y en la base de las pectorales una mancha axilar oscura, característica de la especie. La parte interna del opérculo y el interior de la boca es de color anaranjado intenso (Fig. 13). Alcanza una talla máxima de 36 cm siendo la más frecuente en torno a 25 cm. Los adultos habitan varios tipos de fondos, especialmente praderas de fanerógamas marinas y fondos de arena y fango hasta 500 m de profundidad, pero es más común entre 25 y 100 m, donde forma grupos numerosos. Los juveniles se encuentran más cerca del litoral. Se alimenta de algas, peces, moluscos y pequeños crustáceos. Se pesca fundamentalmente con artes de arrastre y palangre. Esta especie se distribuye en el Atlántico este desde el golfo de Vizcaya a Senegal, con presencia en Madeira, islas Canarias, Cabo Verde, Azores y Mediterráneo. Es rara en las islas británicas aunque se ha encontrado ocasionalmente en Dinamarca. (Bauchot y Hureau 1990; Velasco *et al.* 2013; Rodríguez Solórzano *et al.* 1983).



Figura 13: *Pagellus acarne* preparados para su subasta en la lonja de La Coruña.

***Pagellus bogaraveo* (SBR)- Besugo (nombre comercial); Ollomol (Galicia) (BOE, 2018)**

Perfil curvo de la cabeza con hocico corto y ojos muy grandes, siendo su diámetro mayor que la longitud del morro. Coloración rojiza, más intensa en la cabeza, el dorso y las aletas. Color gris plateado en la zona ventral. Interior de la boca rojo anaranjado. Mancha negra en el origen de la línea lateral, muy marcada en los individuos de más de 20 cm y que es carácter diferenciador de las otras especies, ya que no se difumina ni siquiera al ser cocinado. Alcanza una talla máxima de 70 cm siendo la más frecuente 30 cm (Fig.14).

Vive en fondos de fango y cascajo, tanto en el litoral cuando son juveniles, como en los cantiles de la plataforma continental donde se encuentran los mayores ejemplares, con una clara relación entre el tamaño y la profundidad. Forman grupos numerosos entre 100-500 m de profundidad, aunque pueden llegar a alcanzar los 700 m. Los juveniles que viven en zonas litorales forman bancos mixtos en el interior de las rías, junto con los juveniles del pancho bicudo y las chepas (*P. erythrinus*), en ocasiones muy numerosos y con gran voracidad. Se alimenta de crustáceos, moluscos, gusanos y peces de pequeño tamaño. Se pesca fundamentalmente al palangre. Es muy cotizado, resultando ser una de las especies de mayor interés comercial. En el Atlántico este se encuentra desde Noruega a Cabo Blanco (Mauritania), con presencia en Madeira, islas Canarias y Mediterráneo occidental (Bauchot y Hureau, 1990; Velasco *et al.* 2013; Rodríguez Solórzano *et al.* 1983; Villoch 1988).



Figura 14: *Pagellus bogaraveo* preparados para su subasta en la lonja de La Coruña.

***Pagellus erythrinus* (PAC)-Breca (nombre comercial) (BOE, 2018)**

Perfil de la cabeza ligeramente convexo y diámetro del ojo mucho menor que la longitud del morro. Hocico cónico. Color gris rosado brillante. Borde posterior del opérculo de color rojo vivo. Mancha rojiza en la base de la aleta pectoral. Borde de la aleta dorsal rojizo. Interior de la boca blanquecino o grisáceo. A veces presentan mancha roja en la parte final de la aleta dorsal (Fig. 15). La talla más frecuente está en torno a los 25 cm, pero puede llegar hasta 60 cm. Se alimenta de una gran variedad de moluscos, crustáceos y peces pequeños. Suele vivir en zonas de fango o formaciones coralinas entre 30 y 150 m de profundidad, pudiendo alcanzar hasta 300 m. En la época de freza busca piedras aisladas donde forma bancos densos, para una vez depositada la puesta, volver mar adentro. Se pesca fundamentalmente con artes de arrastre, enmalle y palangre. En el Atlántico este se conoce desde Noruega (aunque es raro en Escandinavia) a Guinea Bissau, incluyendo Cabo Verde, Madeira e islas Canarias. También en el Mediterráneo (Bauchot y Hureau 1990; Velasco *et al.* 2013; Rodríguez Solórzano *et al.* 1983).



Figura 15: *Pagellus erythrinus* preparado para su subasta en la lonja.

3.4.1. Análisis de tallas

La mayoría de las especies desembarcadas del género *Pagellus* procedían del palangre, con 2.303 kg de (pancho bicudo y besugo) muestreándose 348,45 kg de besugo, que al estar concentrados únicamente en dos mareas en el mes de diciembre, no se han tenido en cuenta para este estudio. Procedentes de la pesca mediante beta se desembarcaron 2.070 kg de (pancho bicudo y breca), de los cuales se muestrearon 41,99 kg (2,03 % del peso desembarcado) de las tres especies, la mayor parte de pancho bicudo. La mayoría de estas especies fueron desembarcadas los meses de febrero y noviembre. El rango de tallas para el pancho bicudo es 21-33 cm, siendo el más frecuente 26-28 cm. El besugo presenta un rango de tallas de 22-28 cm y la breca de 23-31 cm (Fig. 16).

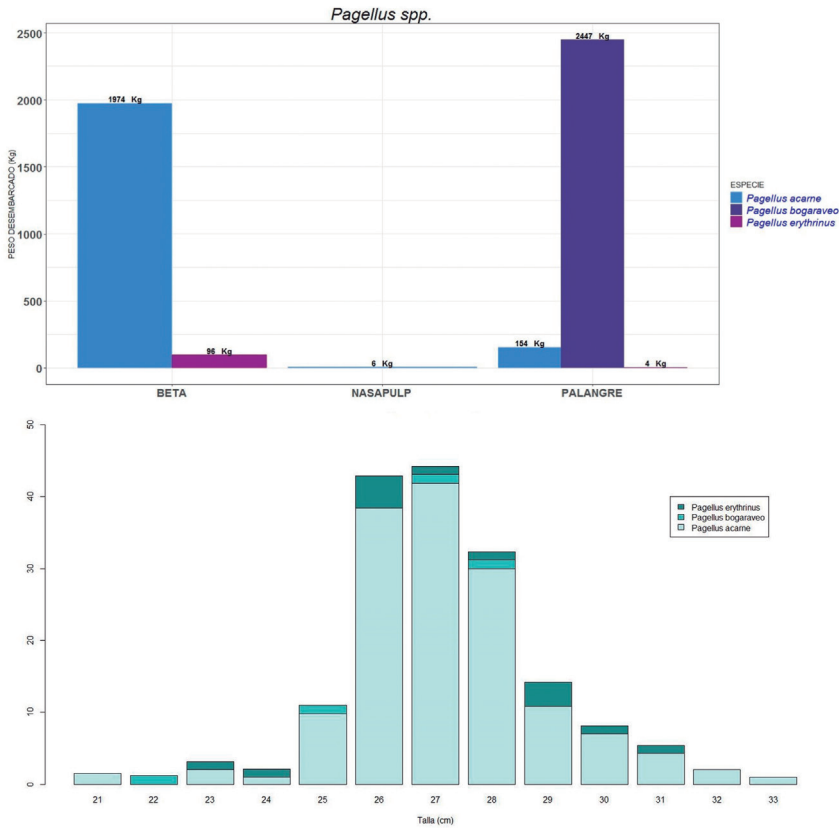


Figura 16. Peso desembarcado por metier en la lonja de La Coruña en 2016 y tallas ponderadas (BETA_CN) correspondientes a las especies del género *Pagellus* muestreadas.

3.5. Escachos (Triglidae): *Chelidonichthys cuculus* (GUR), *Chelidonichthys lucerna* (GUJ), *Chelidonichthys obscurus* (GUM) y *Trigla lyra* (GUN).

Estas especies se suelen comercializar de forma conjunta (Fig. 17). Están incluidas en el Orden Scorpaeniformes, caracterizado por mostrar prolongaciones espinosas o placas óseas en su cuerpo.

Al pertenecer a la Familia Triglidae tienen una cabeza ósea en forma de casco, aletas pectorales con dos o tres radios inferiores alargados, que actúan a modo de órganos sensoriales para detectar las presas enterradas en el fondo y aletas dorsales separadas. Cuerpo alargado, casi cónico, más alto y grueso en la región anterior que en la posterior y cubierto de escamas, placas dérmicas o escudetes óseos, ocasionalmente espinosos. Son peces bentónicos que se distribuyen en aguas templadas y tropicales, siendo muy frecuentes en las aguas del Cantábrico Noroeste.

Esta familia es muy apreciada a nivel comercial ya que su carne es blanca y compacta. Destaca *C. lucerna* y *T. lyra* por alcanzar tallas grandes y por su buen sabor. Se pescan fundamentalmente con artes de arrastre, aunque también con artes menores de enmalle. En Galicia se conocen con diferentes nombres comunes como escacho, berete, rubio, liberna, pirló, pirlón, alfóndiga, cavillón, borracho, crego o liberna.



Figura 17: Escachos preparados para su subasta en la lonja de La Coruña.

***Chelidonichthys cuculus* (Linnaeus, 1758)- Arete (nombre comercial); Escacho crema-
lleira (Galicia) (BOE, 2018)**

Conocida como escacho bravo en esta zona, es una especie que puede alcanzar hasta 50 cm de longitud total (Bauchot 1987), siendo las tallas más frecuentes entre 20,4 cm y 27,6 cm (Papakonstantinou 1983; Baron 1985). Cabeza grande, sin surco occipital profundo. Rostro aplanado, denticulado y bilobulado. Escudetes de la línea lateral expandidos verticalmente, carácter diferenciador de los otros escachos. Coloración dorsal rojo brillante y pálido en la zona ventral. Aletas pélvicas rosadas, pectorales y dorsales amarillentas y aleta anal blanco lechoso (Fig. 18). Viven sobre cualquier tipo de fondo, a profundidades entre 15-400m (normalmente 30-250m). Son bastantes cosmopolitas, encontrándolas en aguas templadas del Atlántico Este, desde las Islas Británicas (ocasionalmente Noruega), hasta Mauritania (incluyendo Madeira y Azores), Mediterráneo y Mar Negro. Realizan la puesta en primavera. (Richards y Saksena 1990; Velasco *et al.* 2013; Rodríguez Solórzano *et al.* 1983).



Figura 18: *Chelidonichthys cuculus* preparados para su subasta en la lonja.

***Chelidonichthys lucerna* (GUU)- Bejel/Rubio (nombre comercial); Alfóndega (Galicia) (BOE, 2018)**

Cabeza grande, triangular, cubierta de placas óseas, con numerosas crestas y espinas pero sin surco occipital profundo. Aletas pectorales muy largas, sobrepasando el origen de la aleta anal; los tres radios inferiores libres, a modo de patas, para localizar el alimento enterrado en sustratos blandos. Línea lateral dentada con escamas pequeñas y lisas. Color rosado, marrón-rojizo o moteado en el dorso. Dorado o blanquecino ventralmente. Cara interior de las aletas pectorales color azul oscuro o violeta, salpicado de puntos blancos o verdes y bordes de color azul claro o rojo (Fig. 19). Talla máxima 75 cm y tamaño habitual 30 cm. Es uno de los escachos grandes, ya que se han referenciado ejemplares de hasta 6 kg, aunque los más frecuentes son de 1 kg. (Bauchot 1987; Villoch 1988). Vive en fondos de arena, cascajo, gravas o fango arenoso, entre 5 y 318 m de profundidad. El desove se produce en la época estival y los juveniles se pueden encontrar en aguas poco profundas. Se alimentan de peces, crustáceos y moluscos. Su distribución en el Atlántico Este va desde Noruega a Cabo Blanco (Mauritania), Mediterráneo y Mar Negro. (Richards y Saksena 1990; Velasco *et al.* 2013; Rodríguez Solórzano *et al.* 1983).



Figura 19: *Chelidonichthys lucerna* preparada para su subasta en la lonja de La Coruña.

***Chelidonichthys obscurus* (GUM)- Arete aletón (nombre comercial); Escacho de pluma (Galicia) (BOE, 2018)**

Especie de hasta 40 cm de longitud, aunque la más frecuente son 20 cm. Dos aletas dorsales separadas, la primera de las cuales tiene 10-11 radios espinosos, el segundo es carácter diferenciador de la especie por ser filiforme y, casi el doble de alargado que el primero. La línea lateral, de tonalidad plateada, está formada por escamas sin espinas y no se expanden verticalmente. Carente de escamas en pecho y en la parte anterior ventral. Color marrón rojizo o naranja la parte dorsal, blanco la ventral y rosado iridiscente los flancos laterales. Aletas pectorales azul oscuro y las otras rosadas (Fig. 20). Son especies bentónicas que viven en fondos blandos y piedras, entre 20 y 170 m profundidad. De biología escasamente conocida, se distribuye en aguas templadas del océano Atlántico este desde la costa sur de las islas británicas hasta Mauritania (incluyendo Azores y Madeira) y aguas del Mediterráneo (ausente en el norte del mar Egeo y mar Negro). (Richards y Saksena 1990; Velasco *et al.* 2013; Rodríguez Solórzano *et al.* 1983).



Figura 20: *Chelidonichthys obscurus* preparado para su subasta en la lonja.

***Trigla lyra* (GUN)- Garneo (nombre comercial); Escacho de altura (Galicia) (BOE, 2018)**

Cabeza grande cubierta de placas óseas, crestas y espinas. Especie fácilmente reconocible por la bifurcación del rostro en dos lóbulos o láminas dentadas separadas por una escotadura profunda y por la gran longitud de las espinas post-operculares, que alcanzan el nivel medio de las aletas pectorales. Dos aletas dorsales separadas Longitud máxima 60 cm, siendo talla más habitual en torno a 30 cm. Coloración rojiza, fuerte en el dorso y más débil en los costados. Coloración ventral blanquecina o plateada (Fig. 21). Vive en un rango de profundidad entre 10-700 m, generalmente sobre 400 m y principalmente en fondos areno-fangosos, aunque también se pueden encontrar en fondos duros. Se alimentan de crustáceos. Se distribuye en aguas templadas del océano Atlántico este desde el norte de las islas británicas y mar del Norte hasta Walvis Bay, en Namibia (incluyendo Madeira y aguas del Mediterráneo, pero ausente en el mar Negro). (Richards y Saksena 1990; Velasco *et al.* 2013; Rodríguez Solórzano *et al.* 1983; Louisy 2002; Lloris 2015).



Figura 21: *Trigla lyra* preparados para su subasta en la lonja de La Coruña.

3.5.1 Análisis de tallas

Como ya se indicó anteriormente es frecuente la comercialización conjunta de estas especies. Las procedentes de la flota artesanal han sido desembarcadas predominantemente por barcos que utilizan betas (2.794 kg), aunque una pequeña parte también procede de palangre (164 kg) y nasas (35 kg). La mayoría de los ejemplares muestreados se corresponden con la especie *Chelidonichthys cuculus*, con un rango de tallas 21-33 cm siendo el rango más amplio el de *Ch. lucerna* con 21-37cm. De los 2.794 kg registrados en los datos oficiales se han muestreado un total de 43,21 kg (1,55%) cuya mayor presencia se detecta en el mes de febrero (Figs. 22 y 23).



Figura 22: Datos biométricos de *Chelidonichthys lucerna* en la lonja de La Coruña.

3.6. *Scyliorhinus canicula* (SYC)- Pintarroja (nombre comercial); Melgacho (Galicia) (BOE, 2018)

Es el tiburón más frecuente en nuestras costas. Pez cartilaginoso de pequeño tamaño, comestible, aunque no muy apreciado, a pesar de la calidad de su carne. Cuerpo alargado y cabeza estrechas con hocico corto y redondeado. Orificios nasales conectados a la boca a través de pliegues. Cinco aberturas branquiales. Ojos grandes, ovalados, en posición lateral. Dos aletas dorsales, la primera de mayor tamaño y cuyo origen se sitúa detrás de las aletas pelvianas. El origen de la segunda aleta dorsal coincide con el final de la aleta anal. Color marrón claro con numerosas manchas oscuras de pequeño tamaño en el dorso y la zona ventral color crema, sin manchas (Fig. 24). Longitud máxima 100 cm, aunque la más habitual es 60 cm. Tiene hábitos nocturnos, permaneciendo inactivo durante el día, descansando en fondos arenosos,

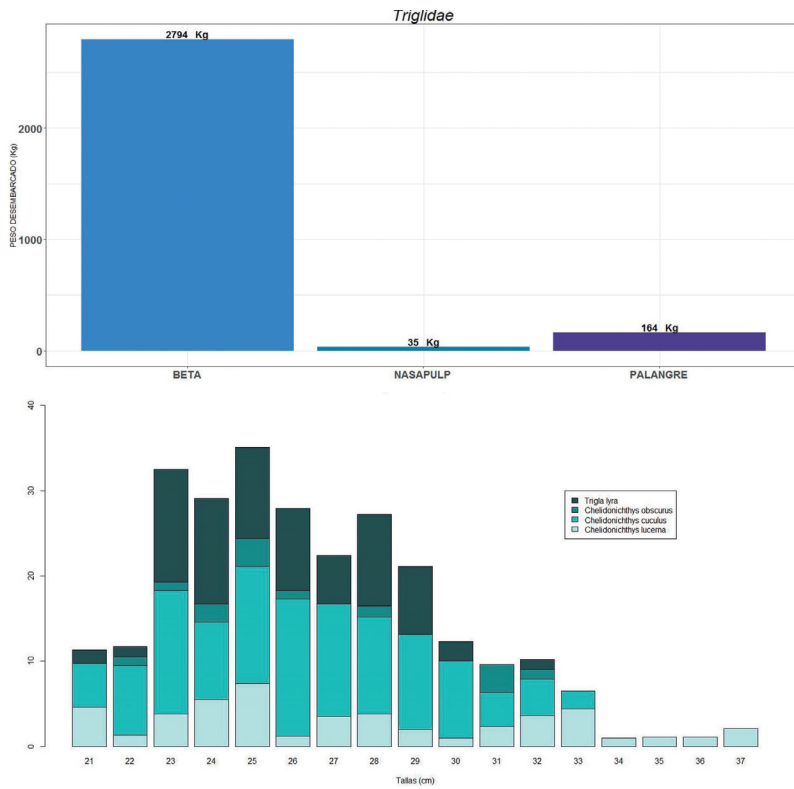


Figura 23: Peso desembarcado por metier en la lonja de La Coruña en 2016 y tallas ponderadas (BEAT_CN) correspondientes a las especies muestreadas de la familia Triglidae.



Figura 24: *Scyliorhinus canicula* preparadas para su subasta en la lonja de La Coruña.

fangosos, coralinos, algales o de gravas, en un rango de profundidad de 10-780m, aunque la más frecuente es 80-100 m. Al anochecer recobra la actividad, alimentándose de moluscos, crustáceos, pequeños cefalópodos, poliquetos y pequeños peces óseos. A diferencia del resto de peces de los que se habla en este documento, todos ellos peces óseos excepto la pintarroja, ésta es una especie ovípara que deposita sus huevos (de 29 a 62) protegidos por una cápsula córnea, los cuales se anclan en invertebrados sésiles, plantas o algas del fondo marino. Se pesca principalmente con arrastre, pero también con artes menores como palangre. Es abundante en aguas del Atlántico noreste, desde Noruega e islas británicas hasta Senegal, incluyendo el Mediterráneo (Compagno 1984; Ellis y Shackley 1997; Rodríguez Solórzano *et al.* 1983; Velasco *et al.* 2013; Villoch 1988).

3.6.1 Análisis de tallas

El desembarco de pintarroja mediante betas fue de 2.080 kg, de los cuales se muestrearon 64,45 kg (3,10 %). Con palangre se desembarcaron 346 kg pero no se tomaron datos biométricos, ya que al ser muestreos al azar por metier, no coincidió ninguno de los barcos que desembarcaron esta especie con este arte. El rango de tallas total fue de 42-61 cm, siendo el más frecuente 49-54 cm. Es una especie que no alcanza gran valor económico en el mercado y su presencia en lonja fluctúa a lo largo del año (Fig. 25).

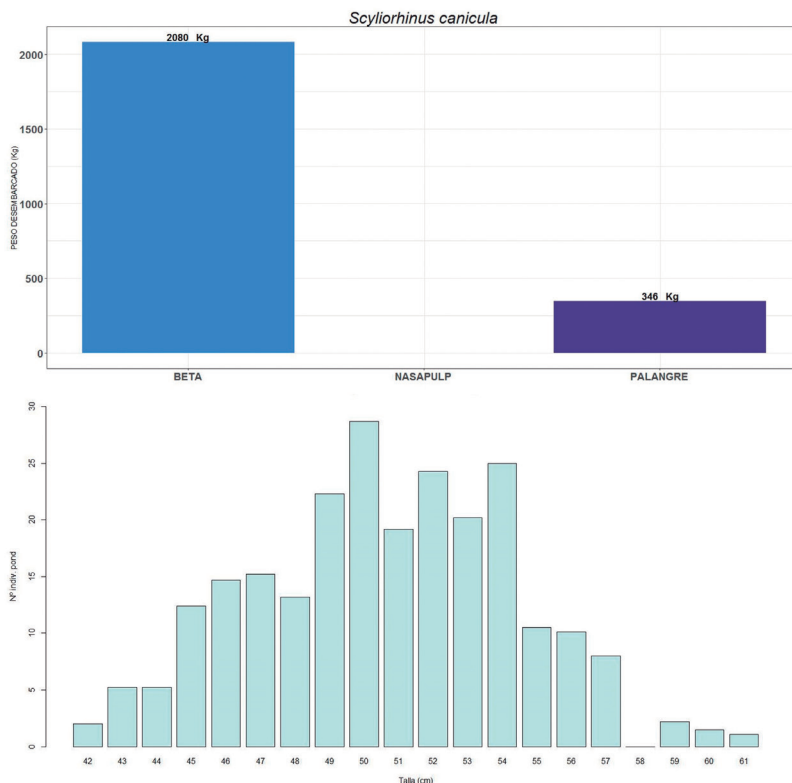


Figura 25: Peso desembarcado por metier en la lonja de La Coruña en 2016 y tallas ponderadas (BETA_CN) correspondientes a las pintarrojas muestreadas.



Figura 26: *Phycis blennoides* preparadas para su subasta en la lonja de La Coruña.

3.7. *Phycis blennoides* (GFB)- Brótola de fango (nombre comercial); Bertorella de lama (Galicia) (BOE, 2018)

Pez de cuerpo alargado y comprimido, de color parduzco o gris por el dorso y blanquecino rosado por costados y zona ventral. Aletas dorsales, caudal y anal tienen el borde negro. Las aletas pelvianas bífidas son muy largas hasta terminar en filamento, sobrepasando el origen de la anal (Fig. 26). Habitan fondos de arena o fango, en un rango de profundidad de 10-1200 m, siendo la más frecuente 100-450 m. Se suele alimentar de crustáceos y peces. Es un pez magro cuya carne es bastante apreciada como pescado blanco, pero muy delicada y poco consistente. Se pesca principalmente con arrastre y con palangre. En el Atlántico este se encuentra desde Noruega e Islandia a Cabo Blanco en Mauritania, así como en también en el Mediterráneo. (Cohen *et al.* 1990; Rodríguez Solórzano *et al.* 1983; Velasco *et al.* 2013).

3.7.1 Análisis de tallas

Esta especie tampoco es prioritaria en ninguna pesquería y en 2016 se desembarcaron en la lonja de La Coruña 2.967 kg capturados mediante palangre, de los cuales se muestrearon 210,95 kg (7,11 %). El rango de tallas en la brótola comprende 30-63 cm, pero las más frecuentes se distribuyen entre 43-53 cm. (Fig. 27). El mayor desembarque se efectuó en el último trimestre del año.

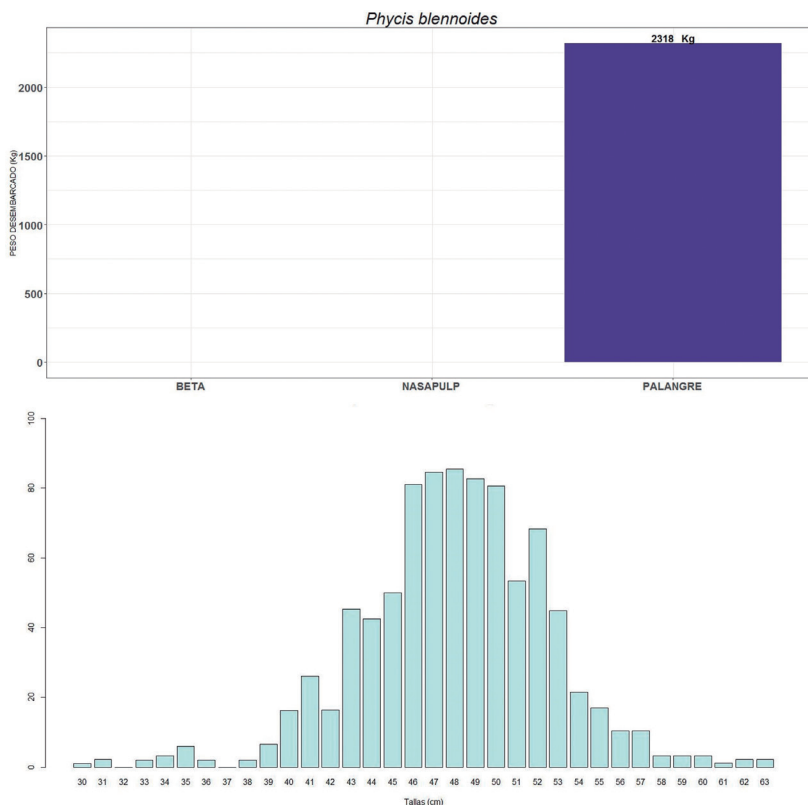


Figura 27: Peso desembarcado por metier en la lonja de La Coruña en 2016 y tallas (PALANGRE_CN) correspondientes a las brótolas muestreadas.

4. Agradecimientos

Queremos agradecer a Paz Fernández, Lucía Cañas, Alberto Sellero e Irene Rabanal su trabajo en la toma de datos biológicos de las especies estudiadas, y a los armadores y el personal que trabaja en la lonja de Coruña por las facilidades recibidas para los estudios de las especies desembarcadas en la misma.

5. Bibliografía

Baron J. (1985) Les triglides (Téléostéens, Scorpaeniformes) de la baie de Douarnenez II. La reproduction de: *Eutrigla gurnardus*, *Trigla lucerna*, *Trigloporus lastoviza* et *Aspitrigla cuculus*. *Cybius* 9 (3), 255-281.

BOE. 2018. Corrección de errores de la Resolución de 26 de enero de 2018, de la Secretaría General de Pesca, por la que se publica el listado de denominaciones comerciales de especies

pesqueras y de acuicultura admitidas en España. Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente. Boletín Oficial del Estado 60, 28675-28727.

Bauchot M.L. (1987) Poissons osseux. En : Fischer W.; Bauchot M.L. y Schneider M. (eds), Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche. (rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Commission des Communautés Européennes and FAO, Rome. Vol. II, pp 891-1421.

Bauchot M.L. y Hureau J.C. (1990) Sparidae. En: Quero J.C.; Hureau J.C.; Karrer C.; Post A. y Saldanha L. (eds.) Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris, Vol. 2, pp. 790-812.

Cohen D.M., Inada T., Iwamoto T. y Scialabba N. (1990) FAO Species Catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fisheries Synopsis, Rome 125 (10), 442 pp.

Compagno L.J.V. (1984) FAO Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2 - Carcharhiniformes. FAO Fisheries Synopsis, Rome, 125 (4/2), 251-655.

Cristobo F.J. y Gabeiras J.M. (1999) El pulpo. Fundación O grelo (ed.), 46 pp.

Ellis J.R. y Shackley S.E. (1997) The reproductive biology of *Scyliorhinus canicula* in the Bristol Channel, U.K. *Journal Fisheries Biology* 51 (2), 361-372.

Fernández A. (2014) Pesquerías y otros recursos marinos vivos. En: Pérez de Rubín J. (Ed). 100 años investigando el mar. El Instituto Español de Oceanografía en su centenario (1914-2014). Editorial Instituto Español de Oceanografía, Madrid. pp. 198-276.

Louisy P. (2002) Guide d'identification des Poissons Marins. Europe et Méditerranée. Editorial ULMER, Paris, 429 pp.

Lloris D. (2015) Ictiofauna marina. Manual de identificación de los peces marinos de la península ibérica y Baleares. Editorial Omega. Barcelona, 674 pp.

Papakonstantinou K.A. (1983) On the biology of *Aspitriglacuculus* (L., 1758) (Pisces: Scorpaeniformes) in the Gulf of Saronikos. *Thalassographica* 6, 49-75.

Punzón A., Hernández C., Abad E., Castro J., Pérez N. y Trujillo V. (2010) Spanish otter trawl fisheries in the Cantabrian Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 67, 1604-1616.

Richards W.J. y Saksena V.P. (1990) Triglidae. En: Quero J.C., Hureau J.C., Karrer C., Post A. y Saldanha L. (eds.) *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris, 2, 680-684.

Rodríguez Solórzano M., Devesa Regueiro S. y Soutullo Garrido L. (1983) *Guía dos peixes de Galicia*. Editorial Galaxia, Vigo, 224 pp.

Smith-Vaniz, W.F. (1986) Carangidae. En: Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.-C., Nielsen J. y Tortonese E. (eds.) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris, 2, 815-844.

Velasco E.M., Amez M.A. y Punzón A. (2013) *Especies de interés pesquero en Galicia, Asturias y Cantabria*. Editorial Instituto Español de Oceanografía. Ministerio de Economía y Competitividad, Madrid, 218 pp.

Villoch J. (1988) *Guía de los peces de las lonjas de Galicia*. Editorial Casa de las Ciencias, Ayuntamiento de La Coruña, A Coruña, 141 pp.