

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



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

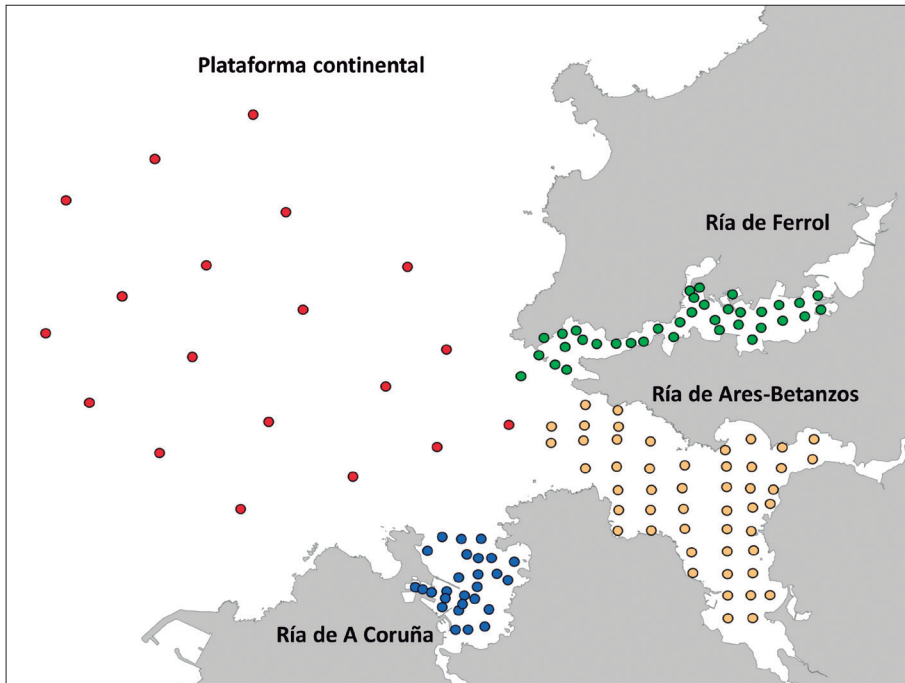


Figura 1: Estaciones de muestreo de sedimento e infauna. Círculos azules: estaciones muestreadas en la ría de A Coruña. Círculos amarillos: estaciones muestreadas en la ría de Ares-Betanzos. Círculos verdes: estaciones muestreadas en la ría de Ferrol. Círculos rojos: estaciones muestreadas en la plataforma 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

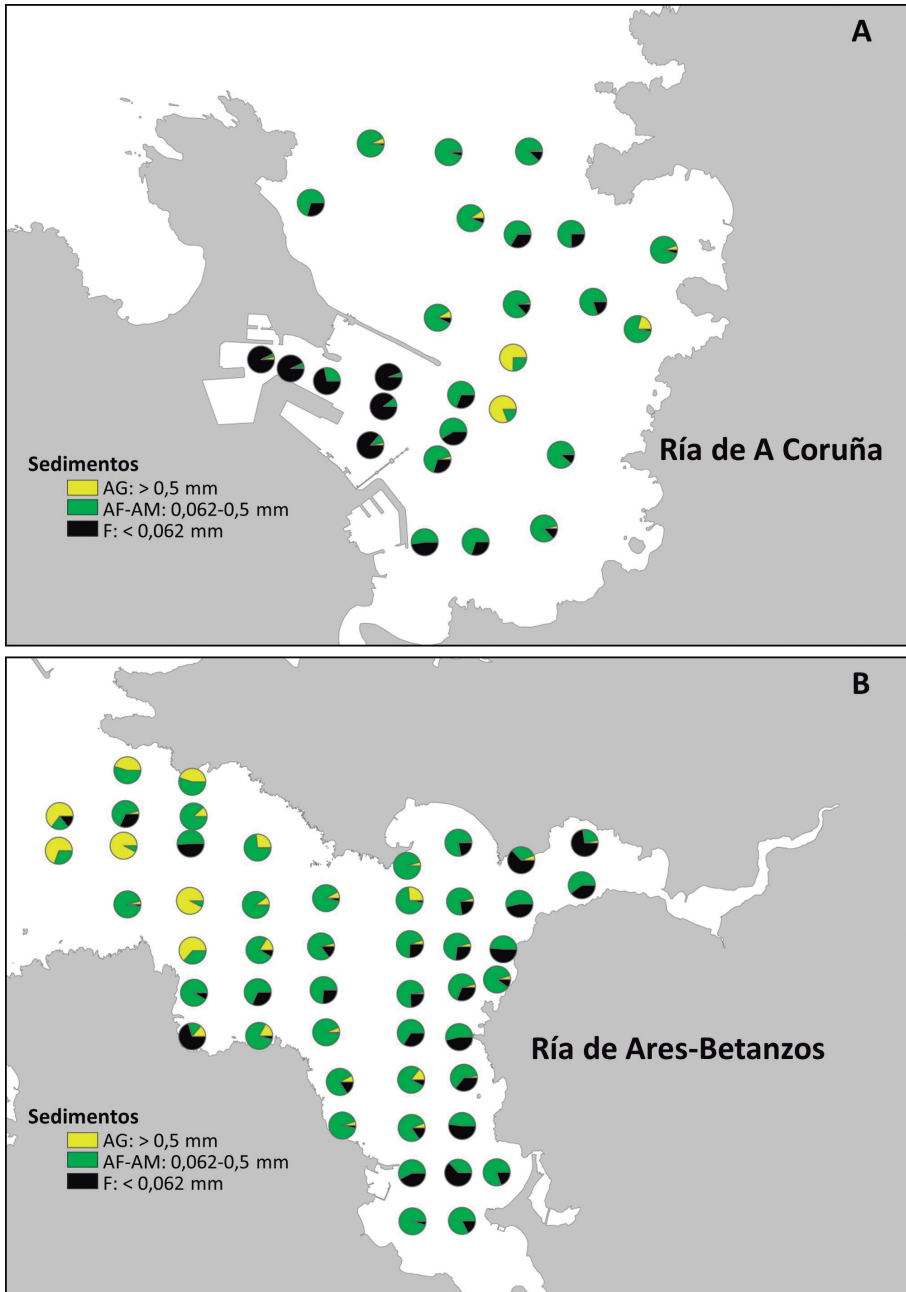


Figura 2: Distribución espacial de los tipos sedimentarios en todas las estaciones muestreadas de las rías de A Coruña (A) y Ares-Betanzos (B). Arenas Gruesas (AG): > 0,5 mm; Arenas Finas y Medias (AF – AM): 0,062 - 0,5 mm; Fangos (F): < 0,062 mm (Garmendia 1997; Gómez-Gesteira 2001; López-Jamar y Mejuto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

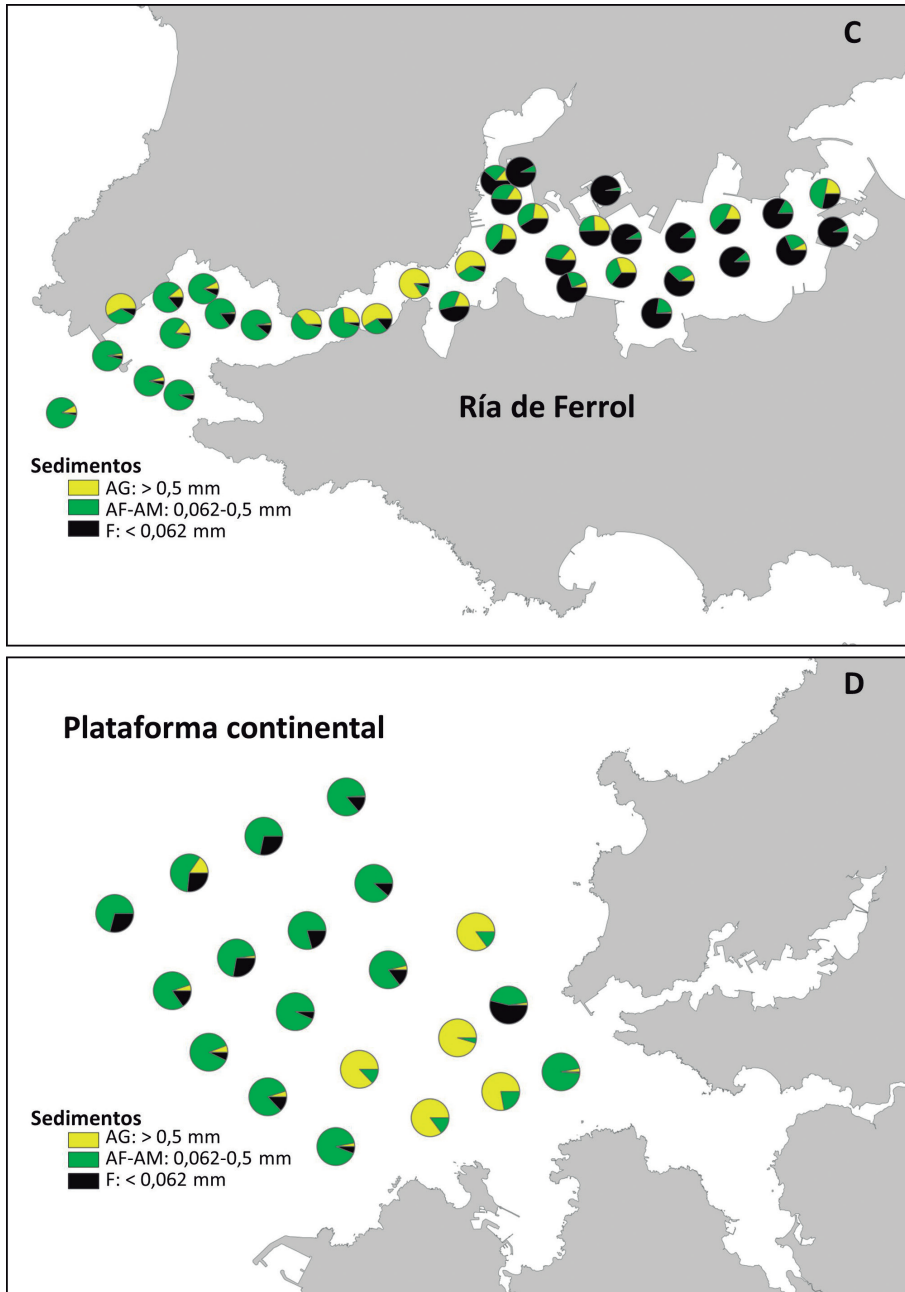


Figura 3: Distribución espacial de los tipos sedimentarios en todas las estaciones muestreadas de la ría de Ferrol (C) y en la plataforma continental adyacente (D). Arenas Gruesas (AG): > 0,5 mm; Arenas Finas y Medias (AF – AM): 0,062 – 0,5 mm; Fangos (F): < 0,062 mm (López-Jamar y González 1987; Parra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

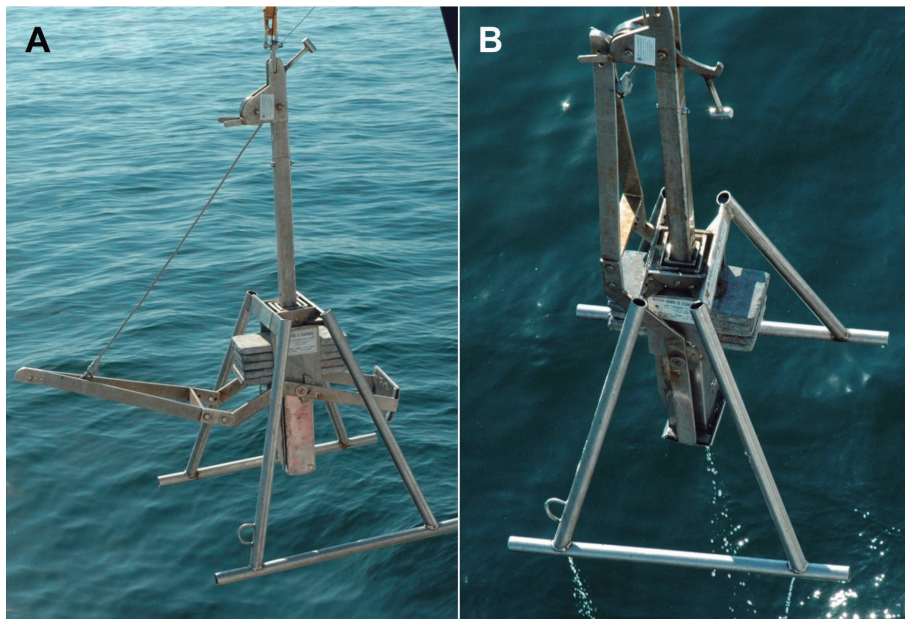


Figura 4: Draga *box corer* utilizada en la mayoría de los estudios infaunales de la zona de estudio. A: *box corer* en posición abierta y colgada de la grúa del buque oceanográfico, preparada para el muestreo; B: *box corer* en posición cerrada y con una muestra recogida en su interior, a punto de ser 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).

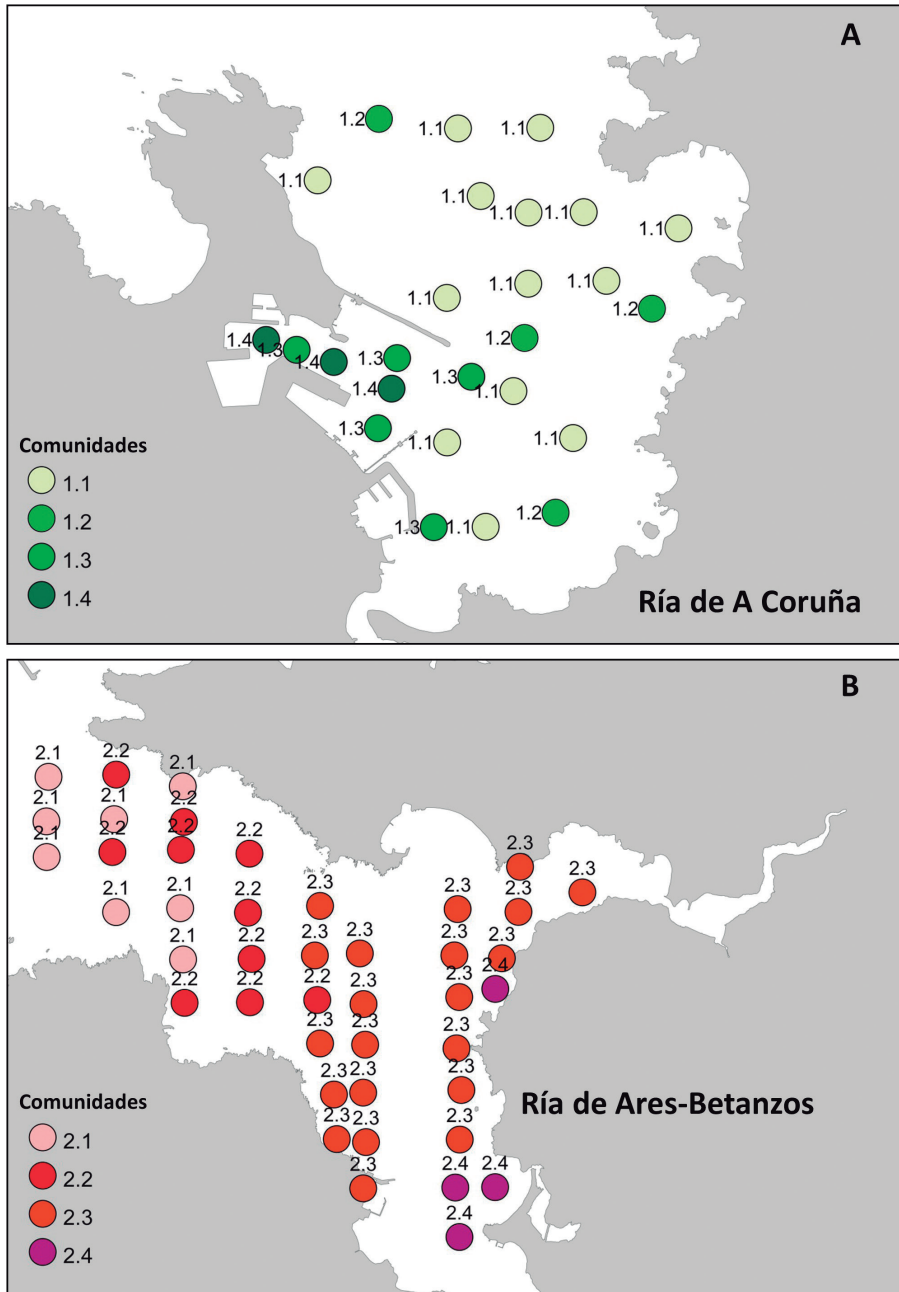


Figura 5: Distribución espacial de las diferentes comunidades infaunales en las rías de A Coruña (A) y Ares-Betanzos (B). 1.1: Comunidad de arena fina; 1.2: Comunidad de arena gruesa; 1.3: Comunidad de fango; 1.4: Comunidad alterada de fango; 2.1: Comunidad de arenas gruesas heterogéneas y gravas; 2.2: 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	Arena gruesa	<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 *Pisone 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).

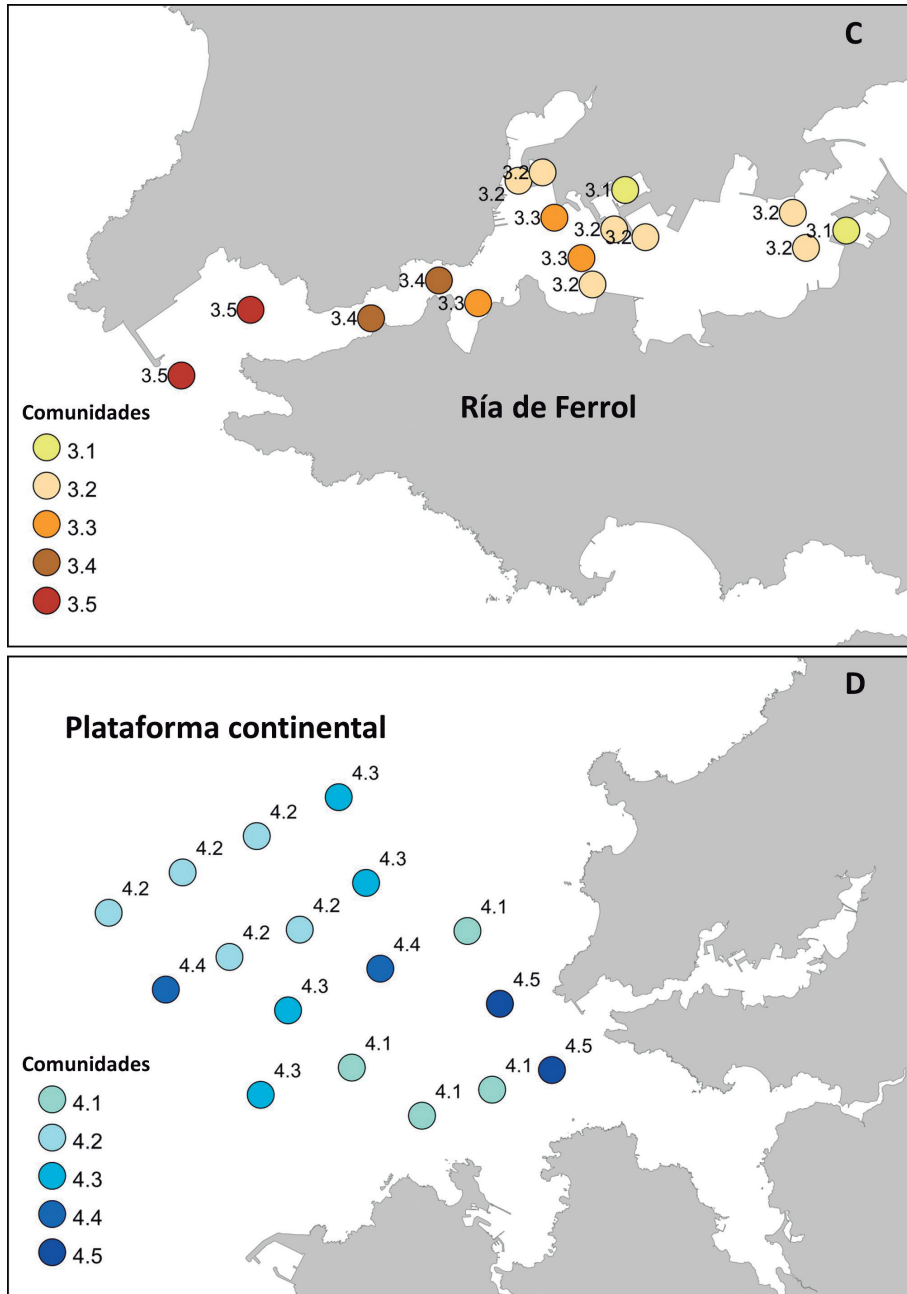


Figura 6: Distribución espacial de las diferentes comunidades infaunales en la ría de Ferrol (C) y en la plataforma continental adyacente (D). 3.1: Comunidad alterada de fango; 3.2: Comunidad de fango arenoso; 3.3: Comunidad de arena muy fina fangosa; 3.4: Comunidad de arena media y gruesa con conchilla; 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-

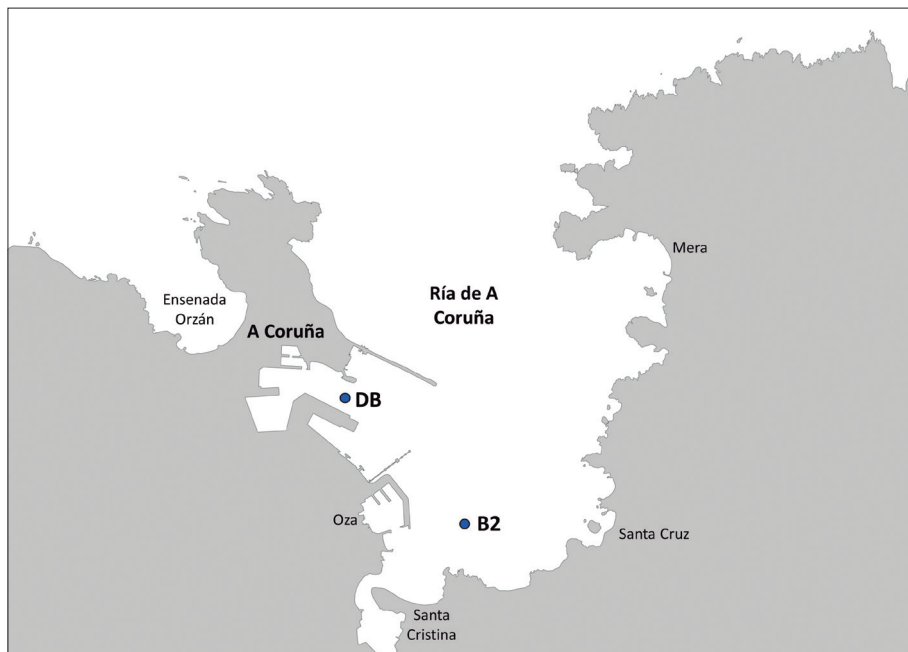


Figura 7: Estaciones de muestreo temporal de sedimento e infauna en la ría de A Coruña (López-Jamar et al. 1995; 1996; Parra et al. 2008).

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,

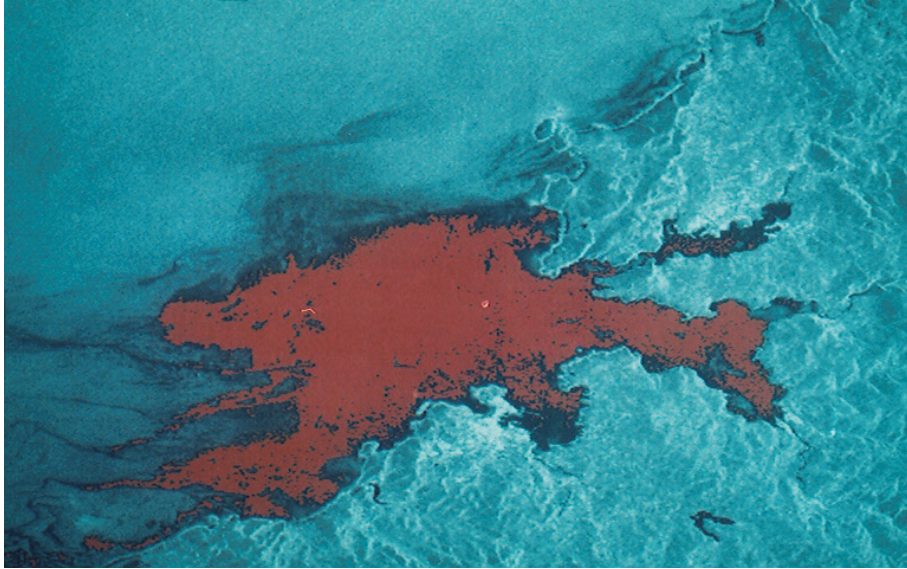


Figura 8: Extensión y disposición de la marea negra (color rojo) en la superficie del agua de las rías de La Coruña, Ares y Ferrol, diez días después del naufragio del petrolero *Aegean Sea* (13/12/1992). Imagen tomada por el satélite ERS-1 de la Agencia Europea del Espacio (Parra 2007).



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).

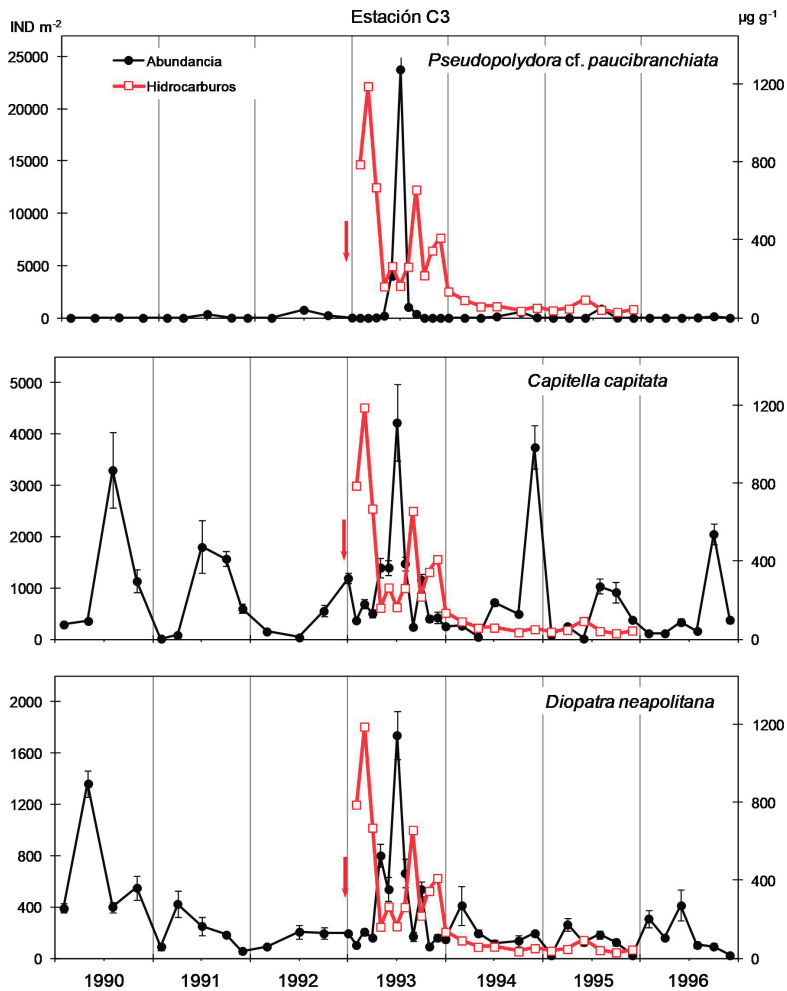


Figura 10: Variación temporal de la abundancia de los poliquetos *Pseudopolydora* cf. *paucibranchiata*, *Capitella capitata* y *Diopatra neapolitana* (ind·m⁻²; media ± desviación típica; línea negra) y concentración de hidrocarburos totales en el sedimento (µg·g⁻¹; línea roja) en la estación B2 de la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

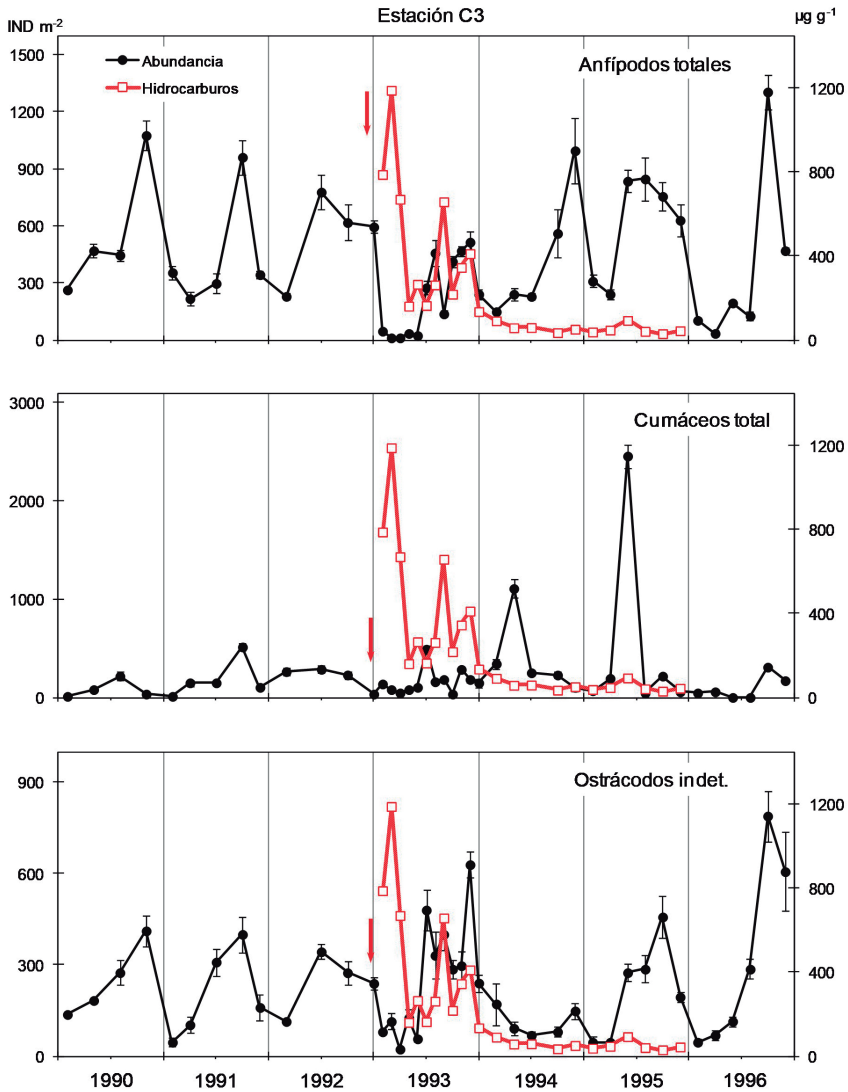


Figura 11: Variación temporal de la abundancia de los crustáceos Anfípodos totales, Cumáceos totales y Ostrácodos indet. (ind·m⁻²; media ± desviación típica; línea negra) y concentración de hidrocarburos totales en el sedimento (µg g⁻¹; línea roja) en la estación B2 de la ría de A Coruña. La flecha roja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

collaris, *Schistomeringos 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).

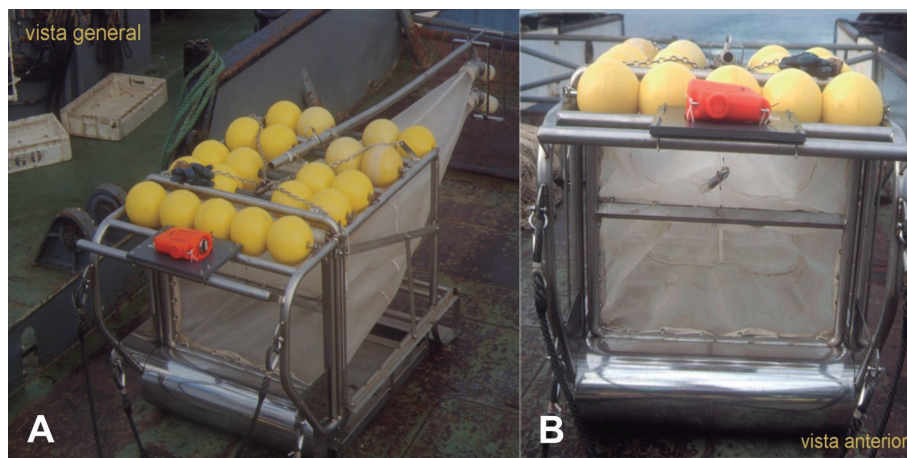


Figura 12: Trineo suprabentónico utilizada para el estudio espacial y temporal de las comunidades suprabentónicas de la ría de A Coruña y de la plataforma continental adyacente. A: vista general del trineo; B: vista anterior del trineo, con la cortina levantada, mostrando las dos redes superpuestas (Frutos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

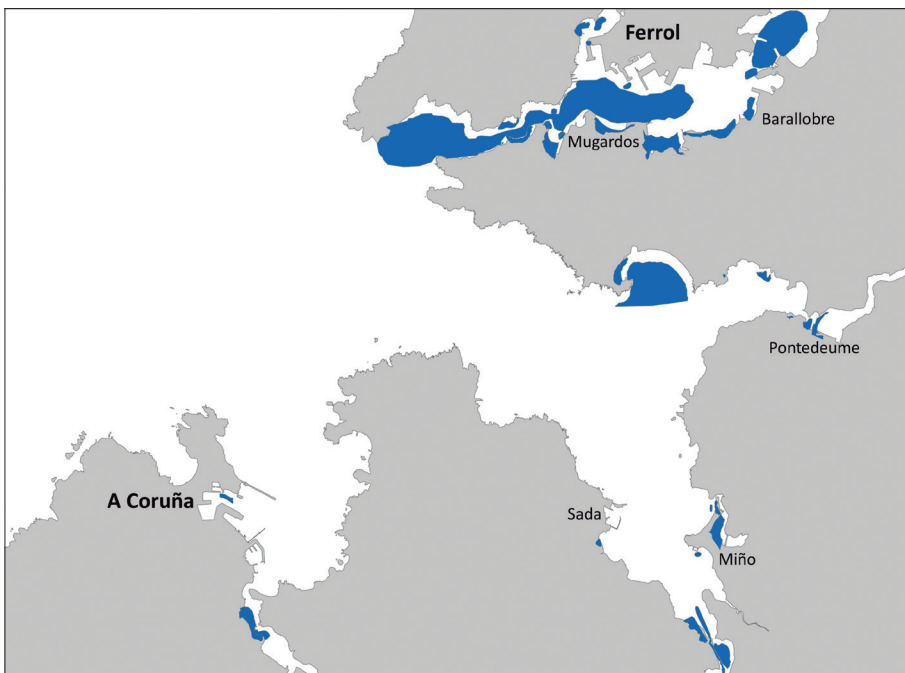


Figura 13: Principales zonas de marisqueo del golfo Ártabro (Fuente: <https://recursosmarinos.udc.es>).

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.