



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

## Grao en Bioloxía

### Memoria do Traballo de Fin de Grao

**Biodiversidad asociada al poliqueto de interés comercial *Diopatra neapolitana***

**Biodiversidade asociada ao poliqueto de interese comercial *Diopatra neapolitana***

**Biodiversity associated with the commercially important polychaete  
*Diopatra neapolitana***



**María Sequeiros Vázquez**

Septiembre, 2023

*Directoras académicas: Lucía Couceiro López  
Nuria Fernández Rodríguez*

## ÍNDICE

<b>Resumen y palabras clave</b> .....	1
<b>Introducción</b> .....	3
<b>Objetivos</b> .....	5
<b>Material y métodos</b> .....	5
1. Área de estudio .....	5
2. Recogida de muestras e información en el campo .....	6
3. Procesamiento de las muestras en el laboratorio .....	7
4. Análisis de los datos .....	8
<b>Resultados</b> .....	9
1. Variación espacio-temporal en la densidad de <i>D. neapolitana</i> en el área de estudio .....	9
2. Diversidad de otros macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio .....	9
a. Clase Bivalvia.....	13
b. Clase Gastropoda.....	14
c. Clase Polychaeta.....	15
3. Correlaciones entre <i>D. neapolitana</i> y otros macroinvertebrados bentónicos epifaunales.....	16
a. <i>Peringia ulvae</i> – <i>D. neapolitana</i> .....	17
b. <i>Tritia neritea</i> – <i>D. neapolitana</i> .....	17
c. <i>Arenicola marina</i> – <i>D. neapolitana</i> .....	17
4. Análisis físico-químico del sedimento .....	17
a. Granulometría .....	17
b. Contenido en materia orgánica .....	17
5. Correlaciones entre <i>D. neapolitana</i> y las propiedades del sedimento (granulometría y contenido en materia orgánica) .....	18
<b>Discusión</b> .....	18
<b>Conclusiones</b> .....	22
<b>Bibliografía</b> .....	24
<b>Anexo I: Tablas y figuras</b> .....	28
<b>Anexo II: Fotografías</b> .....	35

## RESUMEN

El uso de *D. neapolitana* como cebo vivo en la pesca deportiva convierte a las explotaciones marisqueras gallegas de este poliqueto en una importante fuente de ingresos. Sin embargo, la poca información disponible sobre este recurso hace difícil llevar a cabo una gestión ecosistémica de sus poblaciones. Por ello, el objetivo general de este trabajo es iniciar la recogida de esta información y facilitar así en un futuro el seguimiento de la salud del ecosistema. Para lograrlo se muestrearon en dos ocasiones (otoño de 2022 y primavera de 2023) cuatro hábitats principales, donde habita *D. neapolitana* dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela. Estos muestreos consistieron en la identificación y recuento de los macroinvertebrados bentónicos epifaunales asociados a *D. neapolitana*, así como la recogida de sedimento para la posterior identificación de los taxones infaunales y estudio de la granulometría y contenido en carbono orgánico. Los resultados sugieren un aumento de la densidad de *D. neapolitana* en primavera, excepto en el hábitat de fango. En cambio, la diversidad de los macroinvertebrados bentónicos asociados a este recurso fue bastante mayor en otoño. Por otra parte, las praderas de *Z. marina* destacaron frente al resto de hábitats por su alto número de taxones exclusivos. Las clases Bivalvia, Gastropoda y Polychaeta fueron las más diversas.

## PALABRAS CLAVE

Biodiversidad, Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela, *Diopatra neapolitana*, hábitat, indicadores, macroinvertebrados bentónicos, gusano de tubo, variación estacional

## RESUMO

O uso de *D. neapolitana* como cebo vivo na pesca deportiva converte ás explotacións marisqueiras galegas deste poliqueto nunha importante fonte de ingresos. Sen embargo, a pouca información dispoñible sobre este recurso fai difícil levar a cabo unha xestión ecosistémica das súas poboacións. Polo tanto, o obxectivo xeral deste traballo é iniciar a recollida desta información e facilitar así nun futuro o seguimento da saúde do ecosistema. Para logralo tomáronse mostraxas en dúas ocasións (outono de 2022 e primavera de 2023) de catro hábitats principais, onde habita *D. neapolitana* dentro do ámbito territorial da Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela. Estas mostraxas consistiron na identificación e reconto dos macroinvertebrados bentónicos epifaunais asociados a *D. neapolitana*, así como a recollida de sedimento para a posterior identificación dos taxóns infaunais e estudo da granulometría e contido en carbono orgánico. Os resultados suxiren un aumento da densidade de *D. neapolitana* en primavera, excepto no hábitat de lama. En cambio, a diversidade dos macroinvertebrados bentónicos asociados a este recurso foi bastante maior en outono. Por outra parte, os prados de *Z. marina* destacaron fronte ao resto de hábitats polo seu alto número de taxóns exclusivos. As clases Bivalvia, Gastropoda e Polychaeta foron as máis diversas.

## PALABRAS CLAVE

Biodiversidade, Confraría de Pescadores de San Juan de Redondela, *Diopatra neapolitana*, hábitat, indicadores, macroinvertebrados bentónicos, miñoca de tubo, variación estacional.

## **ABSTRACT**

The use of *D. neapolitana* as live bait in sport fishing turns Galician shellfish exploitations of this polychaete into an important source of income. However, the short available information about this resource makes difficult to carry out a ecosystem management of its populations. Therefore, the general objective of this study is to begin collecting this information and thus facilitate the monitoring health of the ecosystem in the future. To achieve this, four main habitats, where *D. neapolitana* lives within the territorial scope of the Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela, were sampled on two occasions (autumn 2022 and spring 2023). These samplings consisted of the identification and recount of epifaunal benthic macroinvertebrates associated with *D. neapolitana*, as well as the collection of sediments for the subsequent identification of infaunal taxa and the study of granulometry and organic carbon content. The results suggest an increase in the density of *D. neapolitana* in spring, except for the mud habitat. Conversely, the diversity of benthic macroinvertebrates associated with this resource was much greater in autumn. On the other hand, *Z. marina* meadows stood out compared to the rest of the habitats for their high number of exclusive taxa. The Bivalvia, Gastropoda and Polychaeta classes were the most diverse.

## **KEY WORS**

Biodiversity, Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela, *Diopatra neapolitana*, habitat, indicators, benthic macroinvertebrates, tube worm, seasonal variation.

## INTRODUCCIÓN

Los océanos son una fuente de recursos muy importante para los seres humanos. De ellos se extraen numerosas especies de peces, crustáceos y moluscos para consumo alimentario (Intergovernmental Oceanographic Commission, 2006), combustibles fósiles y minerales metálicos (Kotlinski, 2001). Además, también actúan como vías de comunicación y transporte entre diferentes países costeros. Por otra parte, los océanos desenvuelven un papel clave en la regulación del clima y las concentraciones de gases atmosféricos, además de participar en el ciclo hidrológico y de los nutrientes (Costanza, 1999).

La explotación pesquera de los océanos, particularmente a finales del S. XX, ha buscado maximizar la extracción de los recursos marinos (Jennings et al., 2001; Gascuel et al., 2016). Esta tendencia ha provocado que la disponibilidad de algunas especies sea cada vez menor, imposibilitando en algunos casos, su explotación o provocando incluso su desaparición (Food and Agriculture Organization of United Nations, 2021). Algunos ejemplos de esta situación son el colapso del bacalao de Terranova (Roughgarden & Smith, 1996), la reducción de los recursos crustáceos del Golfo de Alaska (Orensanz et al., 1998), o el progresivo colapso de varias especies de ballenas en el océano Ártico (Jennings et al., 2001). Por todo ello, es muy importante tener en cuenta el carácter finito de los recursos marinos y llevar a cabo una gestión que garantice la sostenibilidad a largo plazo de los mismos. En sus inicios, la gestión de los recursos pesqueros marinos se centró en maximizar la producción al tiempo que se aseguraba su disponibilidad a largo plazo (Jennings et al., 2001). Sin embargo, desde la entrada en vigor de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (Directiva 2008/56/CE) y la aplicación del Fondo Europeo Marítimo y de Pesca, se exige a los países europeos llevar a cabo, además del tradicional seguimiento del recurso, un seguimiento ecosistémico. La gestión ecosistémica de los recursos pesqueros marinos es el resultado de la búsqueda de una explotación pesquera sostenible económica y ecológicamente, ya que se ha visto que además de conocer el tamaño y variación temporal de las poblaciones explotadas, también es esencial comprender los diferentes aspectos que la relacionan con el ecosistema. En otras palabras, esta aproximación busca maximizar la producción a la vez que se mantiene la salud del ecosistema. Por tanto, para llevarla a cabo, debe atenderse a diferentes aspectos del mismo como, por ejemplo, la estructura biológica o la calidad del hábitat. Dichos aspectos pueden estimarse y evaluarse a lo largo del tiempo mediante el uso de distintos indicadores ecológicos (Intergovernmental Oceanographic Commission, 2006), entre los que destacan tres tipos: aquellos que tienen en cuenta la biodiversidad, los que consideran el vigor del ecosistema (energía, productividad) y, finalmente, los que valoran las propiedades abióticas (físicas, químicas y geológicas) del mismo (Intergovernmental Oceanographic Commission, 2006). Cada indicador presenta uno o más índices asociados. Un índice puede definirse como un parámetro que mide u observa un determinado atributo, y que sirve para describir situaciones existentes y cuantificar cambios o tendencias a lo largo del tiempo. En definitiva, los índices cuantifican, simplifican y comunican fenómenos complejos. Los mejores son aquellos fácilmente medibles, rentables, concretos, interpretables, sensibles, responsivos, específicos y que muestran una base científica sólida (Intergovernmental Oceanographic Commission, 2006). Un ejemplo, de índices asociados a un indicador de biodiversidad son la riqueza de especies y la diversidad de comunidades, mientras que índices que valoran las propiedades abióticas del medio son el potencial Redox, o el contenido en materia orgánica (Intergovernmental Oceanographic Commission, 2006). Puesto que los cambios en el valor de los índices basados en indicadores ecológicos denotan cambios en la organización y la estructura de los ecosistemas, estos constituyen una herramienta extremadamente útil para gestionar adecuadamente un recurso marino (Intergovernmental Oceanographic Commission, 2006).

Galicia es una comunidad autónoma con 1.498 km de costa (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2006), lo que le confiere a su sector pesquero una gran importancia económica

y social. De hecho, Galicia representa cerca del 40% de la flota española, el 60% del empleo español en sectores relacionados con la pesca (siendo 4000 los puestos directos generados por el sector marisquero en esta comunidad autónoma; Consellería do mar, Xunta de Galicia, 2023b) y el 50% de las capturas declaradas por los buques españoles que faenan en aguas de la Unión Europea (Pita et al., 2019). Actualmente 63 cofradías de pescadores se encargan de gestionar la explotación de los recursos bentónicos costeros en Galicia (Xunta de Galicia, Consellería do Mar, 2023a). Cada cofradía tiene derechos de explotación sobre un área particular que puede tener una o varias especies de interés comercial. Este último es por ejemplo el caso de la Cofradía de Pescadores San Juan de Redondela, que explota numerosas especies de moluscos bivalvos para consumo humano, pero también una especie de poliqueto llamada “miñoca de tubo”, *Diopatra neapolitana* (Xunta de Galicia, Consellería do Mar, 2023c), con alto interés comercial debido a su uso como cebo vivo en la pesca deportiva (Galicia, Consellería de Pesca y Asuntos Marítimos, 2007). Esta actividad recreativa cuenta con un gran número de practicantes (Lewin et al., 2019) y dado que no ha dejado de aumentar en las últimas décadas, existe una gran demanda de cebo vivo (Arias et al., 2016). Por ello, su extracción supone una importante fuente de ingresos para las cofradías gallegas en general (369.844,78 € desde los inicios de la explotación hasta el año 2022), y para la de San Juan de Redondela en particular (125.379,21 € desde los inicios de la explotación hasta el año 2022) (Xunta de Galicia, Consellería do Mar, 2023c).

*D. neapolitana* es un poliqueto tubícola de la familia Onuphidae (Elgetany et al., 2020) que se distribuye en zonas intermareales y submareales someras del mar Mediterráneo y de las costas atlánticas de la Península Ibérica y Francia (Arias et al., 2016). Esta especie se caracteriza por presentar un cuerpo alargado y cilíndrico de 15-50 cm de longitud (Cunha et al., 2005) en el que destaca la presencia de cirros tentaculares y filamentos branquiales dispuestos en espiral (Rodrigues et al., 2009). Su tubo está compuesto de granos de arena y otros elementos como trozos de conchas y/o algas característicos de los ecosistemas de fondos blandos en los que habita; además, el animal secreta una sustancia mucosa que lo recubre internamente (Cunha et al., 2005). *D. neapolitana* desempeña un papel clave en las comunidades que ocupa. En primer lugar, actúa como una especie ingeniera del ecosistema, ya que los tubos que forma estabilizan el sedimento y aumentan la complejidad estructural y la biodiversidad del hábitat. En segundo lugar, es depredada por ciertas especies de aves y peces, lo que la convierte en un eslabón importante de la cadena trófica. Además, sus tubos sirven como refugio para otras especies e incluso permiten la presencia de ciertos organismos que necesariamente precisan de un sustrato duro al que fijarse y que, en consecuencia, en ausencia de esta especie no estarían presentes (Arias et al., 2016).

La explotación de *D. neapolitana* en Galicia se inició en el año 2007 en el ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de Pedra da Oliveira de Vilaboia. Actualmente, a esta labor se suman otras ocho cofradías, todas situadas en las provincias de A Coruña y Pontevedra. Aunque las capturas anuales muestran una considerable variación a lo largo de este período de 15 años, en general se observa un incremento desde los primeros años de explotación, al igual que ocurre con los ingresos generados. Así, mientras que en el año 2007 se extrajeron 7,56 kg y se generaron unos ingresos de 113,40 €, dichas cifras en el año 2022 ascendieron a 1.592,59 kg y 40.979,74 €, respectivamente. También cabe destacar que gran parte de estas capturas e ingresos proceden de la cofradía de San Juan de Redondela. De hecho, hasta el momento (14 de julio del 2023), esta cofradía representa aproximadamente el 45% de las capturas y el 35% de los ingresos de toda la comunidad (Xunta de Galicia, Consellería do Mar, 2023b).

A pesar de la importancia que la explotación de *D. neapolitana* tiene en Galicia, hasta el momento se han llevado a cabo muy pocos estudios biológicos y ecológicos sobre esta especie. Los estudios existentes se centran principalmente en aspectos taxonómicos, ecotoxicológicos o, en caso de

centrarse en la biología de la especie, lo hacen principalmente en el ciclo reproductivo. Por ello, la Administración no dispone de herramientas para realizar una gestión del recurso basada en datos biológicos y mucho menos en datos ecológicos.

## OBJETIVOS

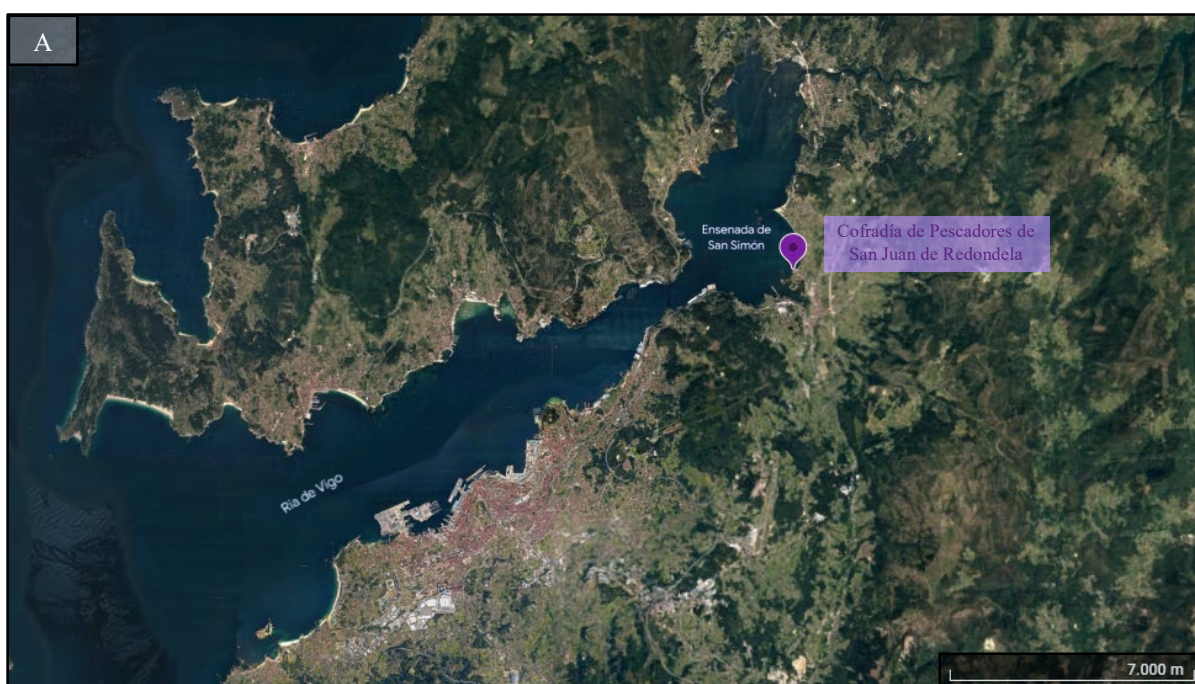
El objetivo general de este trabajo de fin de grado es aportar información ecológica para que en un futuro se pueda proponer algún indicador ecológico que permita hacer un seguimiento de la salud del ecosistema de una zona donde *Diopatra neapolitana* esté siendo explotada. Para lograrlo, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Estudiar como varía la densidad de *D. neapolitana* espacial y temporalmente.
2. Estudiar la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos asociados a *D. neapolitana* y su variabilidad espacial y temporal.
3. Estudiar las propiedades del hábitat, en particular el contenido en materia orgánica y la granulometría.
4. Buscar una posible correlación entre la densidad de *D. neapolitana* y los taxones de la comunidad epifaunal, así como las propiedades del hábitat.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 1. Área de estudio

El lugar elegido para llevar a cabo este estudio fue una de las áreas autorizada por la Xunta de Galicia para la extracción comercial de poliquetos dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores San Juan de Redondela. Dicha área, que abarca la franja de intermareal situada entre la desembocadura del río de Cabeiro y el puerto de Cesantes, está protegida del oleaje debido a su localización en la ensenada de San Simón, en la zona interior de la ría de Vigo (Figura 1).



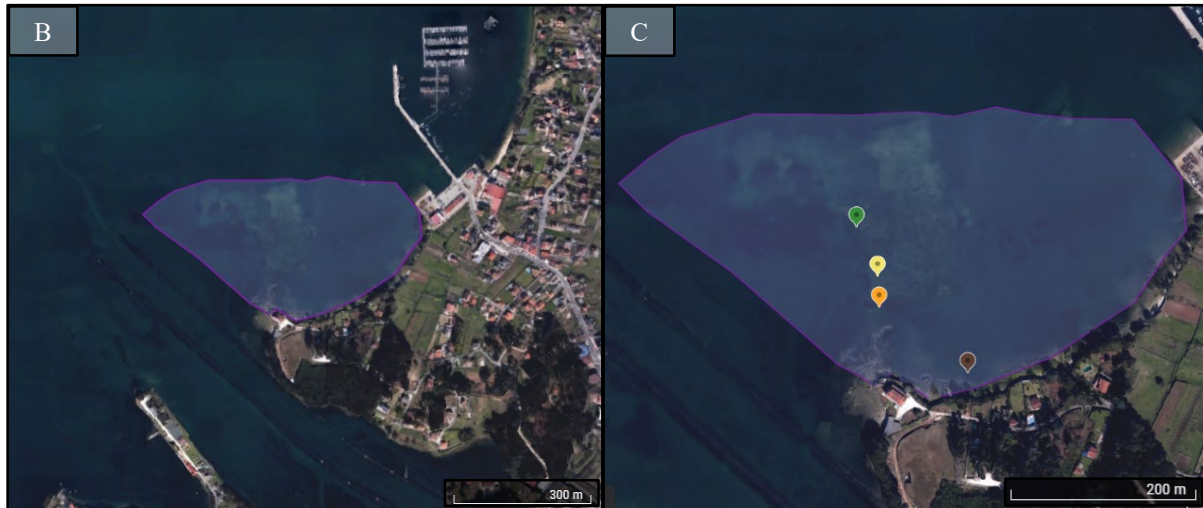


Figura 1. Vista satélite de la ría de Vigo y de la ensenada de San Simón; con un marcador violeta se señala la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela (A). Delimitación aproximada del banco de explotación de poliquetos conocido como A Portela (vista con la marea alta) (B). Puntos en los que se iniciaron los transectos del hábitat fango ( $42^{\circ} 17' 30.78''$  N,  $8^{\circ} 37' 12.37''$  O, marrón), arena regenerada ( $42^{\circ} 17' 33.88''$  N,  $8^{\circ} 37' 16.39''$  O, naranja), arena natural ( $42^{\circ} 17' 34.87''$  N,  $8^{\circ} 37' 16.22''$  O, amarillo) y *Zostera marina* ( $42^{\circ} 17' 36.28''$  N,  $8^{\circ} 37' 17.54''$  O, verde) (C). Extraída de Google Earth el 9 de julio de 2023 (Instituto Geográfico Nacional, 2011).

En marea baja se pueden diferenciar tres tipos principales de sustrato: arena natural (A.N), arena regenerada (esto es, arena aportada en el marco de labores de mantenimiento de los bancos marisqueros) (A.R), y fango (F). Además, aunque en general la cobertura de algas permanentes es baja, destaca en algunos puntos la presencia de densas praderas de la fanerógama *Zostera marina* (Z) (Figura 1).

## 2. Recogida de muestras e información en el campo

El área de estudio fue visitada en dos ocasiones, otoño de 2022 y primavera de 2023, durante el período de bajamar y previa autorización de la Jefatura Territorial de la Consellería do Mar (Delegación Territorial de Vigo). En concreto, el muestreo de otoño se llevó a cabo el día 11 de noviembre de 2022, mientras que el muestreo de primavera tuvo lugar el día 8 de mayo de 2023.

Durante ambas visitas, en cada uno de los cuatro hábitats principales identificados en el área (arena natural, arena regenerada, fango y pradera de *Z. marina*), se estableció un transecto de 15 metros perpendicular a la línea de costa y se muestrearon tres cuadrados de  $0.25 \times 0.25$  metros a lo largo del mismo, separados entre sí aproximadamente 5 metros (Figura 2). En primer lugar, en cada uno de los doce cuadrados estudiados se determinó el número de tubos de *D. neapolitana*; dicho número se utilizó como un proxy del número de individuos. Además, también se anotó la presencia de individuos juveniles, no incluidos en el anterior recuento y detectados gracias a un menor tamaño del tubo. A continuación, se identificaron “de visu” todos los macroinvertebrados detectados en la superficie del cuadrado (comunidad epifaunal) (Figura 3). Se empleó la “Guía de campo de la flora y fauna de las costas de España y Europa” (Campbell, 1989) para identificar “in situ” algún individuo que no pudo ser reconocido “de visu”. En los casos en los que no fue posible la identificación, un ejemplar fue guardado en un bote con agua de mar para su posterior identificación en el laboratorio. Además, de cada uno de los cuadrados, se extrajeron dos muestras de sedimento con un corer de pistón de 3,5 cm de diámetro y 10 cm de profundidad (Figura 2). La fracción superior (primeros 5 cm) e inferior (5 cm



finales) de cada una de las dos muestras fue almacenada individualmente en bolsas zip previamente etiquetadas (hábitat, número de cuadrado y fracción). Todas las muestras se guardaron en una nevera portátil con hielo sólido para evitar su deterioro durante el viaje hasta el laboratorio, que se realizó el mismo día del muestreo.



Figura 2. Muestreo en el banco marisquero de A Portela, dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela durante el otoño de 2022. En la imagen A se observa parte del transecto en el hábitat *Z. marina* marcado con una cinta métrica amarilla. La imagen B se corresponde con uno de los cuadrados muestreados en el hábitat arena natural. La imagen C muestra el almacenamiento de la fracción inferior del sedimento en el hábitat fango.

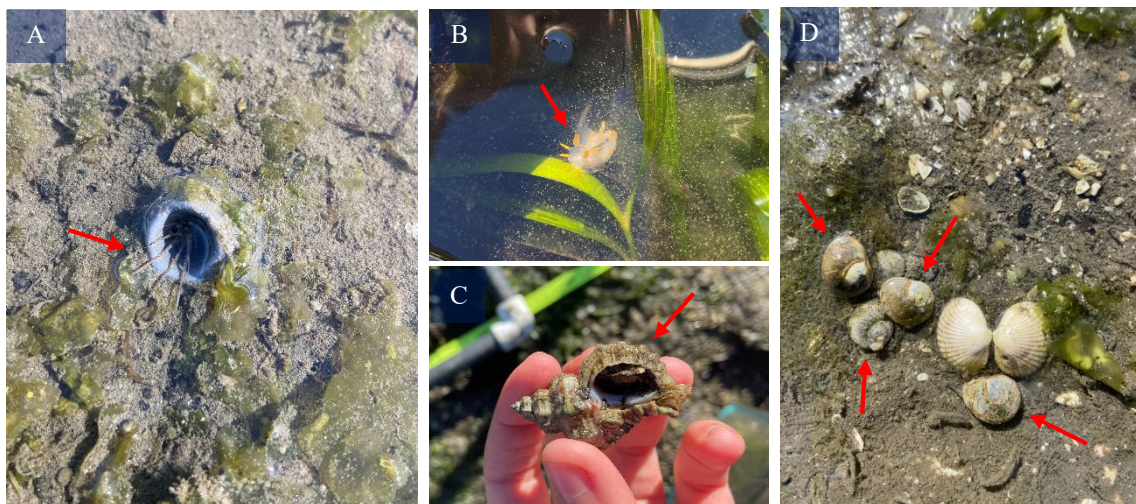


Figura 3. Fauna encontrada en la superficie de los cuadrados muestreados. En la imagen A se observa un ejemplar de *D. neapolitana* asomando los cirros tentaculares al exterior del tubo. En las imágenes B, C y D se observa un ejemplar de *Polycera quadrilineata* (clase Gastropoda), un ejemplar de *Ocenebra* sp. (clase Gastropoda), y varios individuos de la especie *Tritia neritea* (clase Gastropoda), respectivamente. Los individuos se encuentran señalados con una flecha roja.

### 3. Procesamiento de las muestras en el laboratorio

Los organismos trasladados en recipientes con agua de mar fueron transferidos a alcohol y guardados en frío (4 °C). Por otro lado, el mismo día del muestreo, para cada uno de los cuatro hábitats

estudiados, se preparó un pool de sedimento tanto de la fracción superior como de la fracción inferior, mezclando 3-6 gramos de cada una de las tres submuestras. Dichas muestras se guardaron en frío (4 °C) hasta el 23 de junio de 2023, día en que se enviaron a los Servicios de Apoyo á Investigación de la Universidade da Coruña, UDC, con el fin de realizar un análisis granulométrico (anализador de difracción láser Beckman Coulter LS200) y determinar su contenido en materia orgánica (combustión a 400 °C durante 12 horas).

El resto de sedimento de cada una de las muestras fue fijado utilizando una solución de formol al 4% y rosa de bengala. Este colorante tiñe las células, de manera que facilita el estudio posterior de estas muestras porque permite localizar fácilmente los organismos situados entre los granos de sedimento, particularmente los de menor tamaño (Figura 4).



Figura 4. Individuos de la muestra superior de sedimento teñidos con rosa de bengala. La concha de *Caliptraea chinensis* y el sedimento que rodea al organismo de la familia Phyllodocidae mantienen su coloración original.

En los días posteriores, el sedimento se cribó utilizando una malla de nylon con una luz de 1000  $\mu\text{m}$  para separar la infauna tanto de la fracción superior del sedimento (comunidad infaunal superior) como de la inferior (comunidad infaunal inferior), y los ejemplares retenidos en la misma se guardaron en botes con alcohol 70° en frío (4 °C).

Para la identificación de estos ejemplares (nivel familia) se emplearon diferentes guías. En concreto, para el filo Mollusca se empleó la Guía de los Moluscos Marinos de Galicia (Trigo et al., 2018), para la clase Polychaeta el Volumen 25 de Fauna Ibérica (Viéitez et al., 2004), y los libros Faune de France de poliquetos errantes (Fauvel, 1969a) y sedentarios (Fauvel, 1969b). Los demás organismos fueron identificados utilizando la Guía de campo de la flora y fauna de las costas de España y Europa (Campbell, 1989).

En el Anexo II se recogen diversas fotografías relacionadas con los apartados 1, 2 y 3 de esta sección.

#### 4. Análisis de los datos

Se empleó un modelo lineal ANOVA de dos factores para analizar las diferencias espaciales y temporales en la densidad de *D. neapolitana*, comprobando la normalidad de los residuos con el test de Shapiro-Wilk, y la homocedasticidad con el test de Levene.

Para el análisis de las diferencias espaciales en los demás taxones observados, tanto entre comunidades (epifauna / infauna superior / infauna inferior) como entre hábitats (A.N, A.R, Z, F), se realizó un ANOVA de un factor, tras comprobar previamente la homogeneidad y normalidad de los datos con el test de Levene y el test de Shapiro-Wilk, respectivamente. En caso de no cumplir el criterio de normalidad, se empleó el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis.

El conjunto de datos granulométricos inicial, compuesto por 12 fracciones granulométricas de sedimento (Anexo I, Tabla A), se redujo mediante un análisis factorial (AF) por componentes principales.

La existencia de una posible correlación entre la densidad de *D. neapolitana* y la densidad de algunas especies de macroinvertebrados epifaunales (aquellas registradas como mínimo en un hábitat en ambas estaciones) fue estudiada mediante la prueba de Pearson cuando los datos siguieron una distribución normal, o la prueba de Spearman cuando no cumplieron dicha condición. Se siguió el mismo procedimiento para correlacionar la densidad de *D. neapolitana* con la granulometría y el contenido en carbono orgánico del sedimento.

Los análisis estadísticos fueron llevados a cabo utilizando programa R en su versión 4.1.1. (R Core Team, 2021), y el paquete RCommander (Fox, 2017). También se empleó el programa Excel para realizar cálculos, tablas y diagramas de sectores.

## RESULTADOS

### 1. Variación espacio-temporal en la densidad de *D. neapolitana* en el área de estudio

La densidad de *D. neapolitana* varió en función de la estación y el hábitat en el cual se realizó el muestreo, entre un máximo de  $4,7 \pm 2,1$  individuos/ $0,0625 \text{ m}^2$  y un mínimo de  $1 \pm 0,0$  individuo/ $0,0625 \text{ m}^2$ . Además, solo se detectaron individuos juveniles durante la primavera (Tabla 1).

Tabla 1. Densidad de *D. neapolitana* (individuos/ $0,0625 \text{ m}^2$ ) durante el otoño de 2022 y la primavera de 2023 en los hábitats arena natural (A.N), arena regenerada (A.R), pradera de *Zostera marina* (Z) y fango (F) en el área de estudio, dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores San Juan de Redondela. Los asteriscos (\*) indican la presencia de juveniles de *D. neapolitana*.

Estación	Hábitat	Densidad de <i>D. neapolitana</i> (individuos/ $0,0625 \text{ m}^2$ )			Media $\pm$ SD	
		réplica 1	réplica 2	réplica 3		
OTOÑO	A.N	2	3	3	$2,7 \pm 0,6$	$2,9 \pm 0,5$
	A.R	1	4	2	$2,3 \pm 1,5$	
	Z	2	6	2	$3,3 \pm 2,3$	
	F	3	1	6	$3,3 \pm 2,5$	
PRIMAVERA	A.N	4	3	7	$4,7 \pm 2,1$	$3,4 \pm 1,7$
	A.R	2	5	4	$3,7 \pm 1,5 *$	
	Z	8	3	2	$4,3 \pm 3,2 *$	
	F	1	1	1	$1,0 \pm 0,0 *$	

Si se compara la densidad media de cada hábitat en otoño y primavera, se observa un aumento en el número de individuos en primavera, con la única excepción del hábitat de fango (Anexo I, Tabla B). A pesar de estas observaciones, es importante notar que los valores medios presentaron una gran desviación típica (SD) y, de hecho, los test estadísticos establecen que no hay diferencias significativas en la densidad de tubos de *D. neapolitana*, ni entre hábitats, ni entre estaciones, ni entre estaciones dentro de cada hábitat.

### 2. Diversidad de otros macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio

Durante la realización de los muestreos de otoño y primavera, se observaron e identificaron cerca de medio centenar de taxones, distribuidos en ocho filos distintos (Mollusca, Arthropoda, Chordata, Annelida, Nematoda, Cnidaria, Echinodermata y Platyhelmintha; Anexo I, Tabla C y Tabla D). En concreto, entre estos 47 taxones se pudo identificar 1 filo, 2 clases, 1 orden, 1 infraorden, 23 familias, 5 géneros y 14 especies (Tabla 2). Por otro lado, mientras que un 47% de estos taxones fue observado

en las dos estaciones, un 40% únicamente se encontró en otoño y un 13% únicamente se encontró en primavera (Figura 5 y Anexo I, Tabla E). De igual modo, aunque un porcentaje importante de estos taxones fue común a los cuatro hábitats estudiados (23%), también hubo otros exclusivos de un único hábitat (38%). De estos últimos, la inmensa mayoría pertenecían al hábitat *Z. marina* (67%), seguidos por los hábitats arena regenerada (17%), fango (11%) y arena natural (5%) (Figura 5 y Anexo I, Tabla E).

Tabla 2. Taxones identificados en el área de estudio dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela. En azul se señalan los 47 taxones empleados inicialmente en los análisis de biodiversidad.

Taxones							n° de taxones
Filo	Clase	Orden	Infraorden	Familia	Género	Especie	
Mollusca	Gastropoda			Nassaridae		<i>Tritia neritea</i>	14
				Trochidae		<i>Gibbula umbilicatis</i>	
				Nassaridae		<i>Tritia reticulata</i>	
				Littorinidae		<i>Littorina littorea</i>	
				Caliptraeidae		<i>Caliptraea chinensis</i>	
				Muricidae		<i>Nucella lapillus</i>	
				Barleeiidae		<i>Barleeia unifasciata</i>	
				Polyceridae		<i>Polycera quadrilineata</i>	
				Hydrobiidae		<i>Peringia ulvae</i>	
				Muricidae		<i>Ocenebra sp.</i>	
				Cerithiidae		<i>Bittium sp.</i>	
				Turritellidae		<i>Turritella sp.</i>	
						<b>Nassaridae</b>	
						<b>Rissoidae</b>	
	Bivalvia			Cardiidae		<i>Cerastoderma edule</i>	7
				Veneridae		<i>Ruditapes decussatus</i>	
				Veneridae			
				Semellidae			
				Tellinidae			
				Cardiidae			
				Lucinidae			
	Polyplacophora			Leptochitonidae			1
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Brachyura			<i>Carcinus maenas</i>	4
				Caridea			
		Amphipoda		Gammaridae			
		Isopoda					
Chordata	Ascidiacea				<i>Botryllus sp.</i>		2
						<i>Ciona intestinalis</i>	
Annelida	Polychaeta			Arenicolidae			15
				Serpullidae			
				Sabellidae			
				Phyllodoceidae			
				Maldanidae			
				Spionidae			
				Cossuridae			
				Capitellidae			
				Syllidae			
				Goniadidae			
				Eunicidae			
				Glyceridae			
				Ampharetidae			
	Sipuncula			Sipunculidae			
<b>Nematoda</b>							1
Cnidaria	Anthozoa			Actiniidae	<i>Anemonia sp.</i>		1
Echinodermata	<b>Ophiuroidea</b>						1
Platyhelminthes	<b>Turbellaria</b>						1
							47

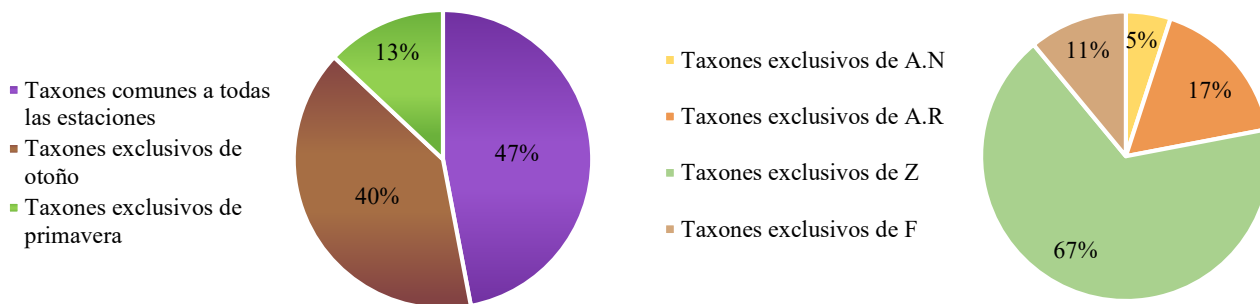


Figura 5. Distribución del total de taxones identificados en función de la estación (izquierda) y hábitat (derecha). A.N: arena natural; A.R: arena regenerada; Z: praderas de *Z. marina*; F: fango.

Puesto que la resolución taxonómica a la que pudieron identificarse los distintos taxones varió ampliamente (en azul, Tabla 2), con el objetivo de comparar la diversidad asociada a las distintas estaciones y hábitats se optó por utilizar el nivel taxonómico de clase a excepción del grupo de los nematodos, que únicamente pudieron identificarse a nivel de filo.

Si nos centramos en la diversidad observada en cada hábitat, el mayor número de clases fue observado en áreas con arena regenerada y praderas de *Z. marina* (9 clases en ambos casos); en áreas con arena natural este número disminuyó ligeramente (7) y fue tan solo de 5 en el hábitat de fango (Tabla 3). Por otro lado, el número de clases observadas en otoño (11) fue aproximadamente el doble que el observado en primavera (6), estando los taxones Polyplacophora, Ascidiacea, Anthozoa, Ophiuroidea y Turbellaria ausentes en esta última estación (Tabla 3). De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el mayor número de clases fue observado en arena regenerada en otoño (9), mientras que el menor correspondió a fango y arena regenerada en primavera (4) (Tabla 3).

Tabla 3. Número e identidad de las clases de macroinvertebrados bentónicos asociados a *D. neapolitana* en el área de estudio dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela. Como se explica en el texto, la identificación de nematodos únicamente fue posible a nivel de filo. A.N: arena natural; A.R: arena regenerada; Z: praderas de *Z. marina*; F: fango.

Taxones	A.N		A.R		Z		F		Nº taxones por hábitat y estación
	otoño	primavera	otoño	primavera	otoño	primavera	otoño	primavera	
Gastropoda	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Bivalvia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Polyplacophora			✓						
Ascidiacea					✓				
Malacostraca	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Polychaeta	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Nematoda	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
Anthozoa	✓		✓		✓				
Ophiuroidea					✓				
Turbellaria			✓						
Sipuncula		✓	✓			✓			
	6	5	9	4	8	6	5	4	
	7		9		9		5		Nº taxones por hábitat
Nº de taxones por estación				Otoño	11				
				Primavera	6				

De manera general, el número de clases presentes en la fracción inferior del sedimento (comunidad infaunal inferior) fue bajo o incluso nulo ( $0,3 \pm 0,6$  -  $2,0 \pm 0,0$ ). La máxima diversidad taxonómica fue encontrada, bien en la comunidad epifaunal ( $2,0 \pm 1,7$  -  $6,0 \pm 1,7$ ), bien en la comunidad infaunal superior ( $2,7 \pm 0,6$  -  $3,3 \pm 0,6$ ) (Tabla 4). Tras valorar estadísticamente estos datos, se encontró que solamente el número de clases en el hábitat *Z. marina* en otoño mostraba diferencias entre la epifauna y la infauna superior. Por otra parte, solo el hábitat fango y el hábitat *Z. marina* (este último únicamente en otoño) presentaron diferencias significativas entre el número de clases de la comunidad infaunal superior e inferior.

Tabla 4. Distribución del número de clases de macroinvertebrados bentónicos asociados a *D. neapolitana* en el área de estudio dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela en función de la estación, el hábitat y la comunidad. Los diferentes colores dentro de cada hábitat representan las diferencias estadísticamente significativas entre comunidades. A.N: arena natural; A.R: arena regenerada; Z: praderas de *Z. marina*; F: fango.

Estación	Hábitat	Comunidad	N° clases / 0,0625 m <sup>2</sup>			Media ± SD
			réplica 1	réplica 2	réplica 3	
OTOÑO	A.N	epifauna	1	1	4	2,0 ± 1,7
		infauna superior	2	5	3	3,3 ± 1,5
		infauna inferior	0	1	4	1,7 ± 2,1
	A.R	epifauna	4	1	3	2,7 ± 1,5
		infauna superior	2	2	5	3,0 ± 1,7
		infauna inferior	1	1	2	1,3 ± 0,6
	Z	epifauna	7	7	4	6,0 ± 1,7
		infauna superior	4	3	3	3,3 ± 0,6
		infauna inferior	1	1	1	1,0 ± 0,0
	F	epifauna	2	2	3	2,3 ± 0,6
		infauna superior	3	2	3	2,7 ± 0,6
		infauna inferior	0	0	1	0,3 ± 0,6
PRIMAVERA	A.N	epifauna	1	3	3	2,3 ± 1,2
		infauna superior	2	3	4	3,0 ± 1,0
		infauna inferior	2	1	3	2,0 ± 1,0
	A.R	epifauna	3	3	3	3,0 ± 0,0
		infauna superior	2	2	3	2,3 ± 0,6
		infauna inferior	2	2	1	1,7 ± 0,6
	Z	epifauna	3	2	2	2,3 ± 0,6
		infauna superior	2	2	4	2,7 ± 1,2
		infauna inferior	2	2	2	2,0 ± 0,0
	F	epifauna	2	3	3	2,7 ± 0,6
		infauna superior	3	3	2	2,7 ± 0,6
		infauna inferior	1	1	1	1,0 ± 0,0

Con el objetivo de investigar si determinadas clases de macroinvertebrados bentónicos eran características de las comunidades de epifauna, infauna superior o infauna inferior, se calculó su presencia relativa en cada comunidad y estación (Tabla 5).

Tabla 5. Presencia relativa (%) de las clases de macroinvertebrados bentónicos asociados a *D. neapolitana* en los 12 cuadrados muestreados en el área de estudio dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela en cada estación, atendiendo a las diferentes comunidades del sedimento.

Taxones	Presencia relativa en los 12 cuadrados (%)					
	Otoño			Primavera		
	Epifauna	Infauna superior	Infauna inferior	Epifauna	Infauna superior	Infauna inferior
Gastropoda	92	33	8	92	17	0
Bivalvia	50	83	8	17	83	33
Polyplocophora	8	0	0	0	0	0
Ascidiacea	17	0	0	0	0	0
Malacostraca	42	25	0	58	33	8
Polychaeta	50	100	58	100	100	100
Nematoda	0	67	25	0	25	17
Anthozoa	25	0	8	0	0	0
Ophiuroidea	25	0	0	0	0	0
Turbellaria	8	0	0	0	0	0
Sipuncula	0	8	0	0	8	8

Los resultados de dicho análisis muestran que casi todos los taxones exhiben una clara predilección por una determinada comunidad, la cual normalmente se mantiene entre estaciones. La clase Gastropoda fue encontrada principalmente en la comunidad epifaunal (92% de los cuadrados muestreados independientemente de la estación). A diferencia del taxón anterior, los bivalvos predominaron en la comunidad infaunal superior (83% de los cuadrados muestreados, nuevamente, con independencia de la estación). Por otra parte, la clase Malacostraca, mostró una mayor presencia en la comunidad epifaunal (42% y 50% en otoño y primavera, respectivamente), aunque su presencia en la comunidad infaunal superior tampoco fue despreciable (25% y 33%). El grupo de los poliquetos fue el que mostró una mayor amplitud en este sentido, pues durante la primavera, aparecieron en todos los cuadrados muestreados (12) y en todas las comunidades (epifauna, infauna superior e inferior) mientras que, en otoño, aunque tuvieron representación en todas las profundidades, su presencia se vio reducida a la mitad en la epifauna e infauna inferior. Finalmente, el filo Nematoda estuvo presente en la infauna superior e inferior, pero ausente en la epifauna.

Las clases más diversas (clase Bivalvia, clase Gastropoda y clase Polychaeta) (Tabla 2), fueron estudiadas a un nivel taxonómico menor con el objetivo de extraer más información.

#### a. Clase Bivalvia

Según los datos recogidos en la Tabla 6, cuatro familias de bivalvos fueron observadas en ambas estaciones (Cardiidae, Veneridae, Semelidae y Tellinidae); además, una quinta familia (fam. Lucinidae) fue registrada exclusivamente en primavera.

La familia dominante durante el otoño (presente en todos y cada uno de los cuatro hábitats) fue la fam. Veneridae, mientras que la familia dominante en primavera fue la fam. Cardiidae. El resto de familias contó con una presencia más reducida, estando muchas veces únicamente presentes en alguno de los cuatro hábitats. Este es el caso, por ejemplo, de las familias Semelidae y Tellinidae, ambas observadas exclusivamente en los hábitats de arena.

La mayor diversidad de bivalvos, independientemente de la estación, se dio en la zona de arena natural. En cambio, la diversidad de bivalvos en el hábitat fango es mínima, contando en ambas estaciones con la presencia de una única familia.

Tabla 6. Número e identidad de las familias de bivalvos asociadas a *D. neapolitana* en el área de estudio dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela. A.N: arena natural; A.R: arena regenerada; Z: praderas de *Z. marina*; F: fango.

Estación	Hábitat	Familias de bivalvos	Nº total familias	
OTOÑO	A.N	Familias Cardiidae, Veneridae, Semelidae y Tellinidae	4	4
	A.R	Familias Cardiidae, Veneridae y Tellinidae	3	
	Z	Familias Cardiidae y Veneridae	2	
	F	Familia Veneridae	1	
PRIMAVERA	A.N	Familias Cardiidae, Veneridae, Semelidae, Tellinidae y Lucinidae	5	5
	A.R	Familias Cardiidae, Veneridae, Semelidae y Lucinidae	4	
	Z	Familias Cardiidae, Veneridae y Lucinidae	3	
	F	Familia Cardiidae	1	

#### b. Clase Gastropoda

Los gasterópodos observados en el presente estudio pertenecen a 11 familias diferentes: Nassariidae, Trochidae, Muricidae, Barleeiidae, Hydrobiidae, Rissoidae, Caliptraeidae, Polyceridae, Littorinidae, Cerithiidae y Turritellidae.

La familia dominante fue la familia Nassariidae, ya que apareció representada en ambas estaciones y en cada uno de los cuatro hábitats. Por otra parte, las familias menos representadas fueron las familias Littorinidae, Caliptraeidae, Rissoidae, Polyceridae y Turritellidae, presentes solamente en uno de los hábitats y en una única estación. Otras familias, como la fam. Trochidae, aparecieron uniformemente en todos los hábitats, pero solo durante el otoño. Por el contrario, la fam. Hydrobiidae, mantuvo su distribución independientemente de la estación. Las familias Muricidae y Barleeiidae redujeron su presencia durante la primavera. Por último, la familia Cerithiidae apareció únicamente en dos hábitats durante la primavera (Tabla 7).

La diversidad máxima de gasterópodos fue alcanzada en otoño en las praderas de *Z. marina*, apareciendo en ellas 7 familias diferentes. Tres de estas familias, Rissoidae, Caliptraeidae y Polyceridae, pueden considerarse familias raras, ya que su único registro tuvo lugar en este hábitat y en esa época. En primavera, las zonas de *Z. marina*, también tuvieron una biodiversidad alta, aunque menor que la de otoño e igual a la de las zonas de arena regenerada. También es muy notable la reducción de la diversidad en el hábitat de fango y arena natural durante la primavera. De manera general, en todos los hábitats, la diversidad se redujo en primavera, a excepción de la zona de arena regenerada, en la que aumentó vagamente (Tabla 7).



Tabla 7. Número e identidad de las familias de gasterópodos asociados a *Diopatra neapolitana* en el área de estudio dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela. A.N: arena natural; A.R: arena regenerada; Z: praderas de *Z. marina*; F: fango.

Estación	Hábitat	Familias de gasterópodos	Nº total familias	
OTOÑO	A.N	Nassariidae, Trochidae, Muricidae y Barleeiidae	4	9
	A.R	Nassariidae, Trochidae, Muricidae y Hydrobiidae	4	
	Z	Nassariidae, Trochidae, Muricidae, Hydrobiidae, Rissoidae, Caliptraeidae y Polyceridae	7	
	F	Nassariidae, Trochidae, Muricidae, Hydrobiidae, Littorinidae y Barleeiidae	6	
PRIMAVERA	A.N	Nassaridae	1	6
	A.R	Nassaridae, Muricidae, Hydrobiidae, Cerithiidae y Barleeiidae	5	
	Z	Nassaridae, Muricidae, Hydrobiidae, Cerithiidae y Turritellidae	5	
	F	Nassaridae y Hydrobiidae	2	

### c. Clase Polychaeta

La Clase Polychaeta fue la clase representada por un mayor número de familias. En concreto, se identificaron 14 familias diferentes de poliquetos, incluyendo la de nuestra especie de interés (familia Onuphidae). Las otras 13 familias fueron Arenicolidae, Serpullidae, Sabellidae, Phyllodocidae, Maldanidae, Spionidae, Cossuridae, Capitellidae, Syllidae, Goniadidae, Eunicidae, Glyceridae y Ampharetidae (Tabla 8).

A diferencia de lo observado para los dos grupos de moluscos anteriormente comentados, nuestros resultados muestran que, independientemente de la estación, el número de familias de poliquetos registrado en cada uno de los hábitats fue muy similar. Así, en otoño, el mayor número de familias fue registrado en el hábitat *Z. marina* (8), mientras que en primavera dicho número se registró en la zona de arena regenerada y, también, en la zona de fango (7) (Tabla 8). Por otra parte, la estación con mayor número de familias fue el otoño, ya que en primavera solo se observaron 8 familias diferentes, mientras que en otoño se registraron 12. Las familias que dan lugar a esta diferencia son la familia Phyllodocidae, Cossuridae, Serpullidae, Goniadidae, Glyceridae (presentes únicamente en otoño) y Ampharetidae (presente únicamente en primavera) (Tabla 8).

Las familias dominantes (presentes en los cuatro hábitats en ambas estaciones) fueron las fam. Spionidae y Capitellidae. Aunque las fam. Syllidae y Maldanidae también siguieron el mismo patrón, estuvieron ausentes en la zona de fango durante el otoño. Por otro lado, la familia Sabellidae estuvo presente en los cuatro hábitats durante la primavera, pero en otoño su presencia se redujo solo a dos de ellos. Otras familias, como es el caso de la fam. Arenicolidae y Eunicidae, mantuvieron su distribución a lo largo de las estaciones. Finalmente, el resto de familias (serpúlidos, amfarétidos, filodócidos, cosúridos, gónidos y glicéridos) solo fueron registradas en uno o dos hábitats durante una única estación (Tabla 8).

El tamaño de las deposiciones de arena de *Arenicola marina*, permitieron detectar fácilmente la presencia de juveniles de esta especie. De esta manera, se registró su presencia en primavera para la mayoría de hábitats (Tabla 8).

Tabla 8. Número e identidad de las familias de poliquetos asociados a *Diopatra neapolitana* en el área de estudio dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela. Los asteriscos (\*) indican la presencia de juveniles para ese taxón (igualmente considerado como presencia). A.N: arena natural; A.R: arena regenerada; Z: praderas de *Z. marina*; F: fango.

Familia	OTOÑO				PRIMAVERA			
	A.N	A.R	Z	F	A.N	A.R	Z	F
Spionidae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Capitellidae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Syllidae	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Maldanidae	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Sabellidae			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Arenicolidae	✓	✓		✓	✓*	*		✓*
Eunicidae		✓				✓		
Serpullidae			✓	✓				
Ampharetidae							✓	✓
Phyllodoceidae			✓					
Cossuridae			✓					
Goniadidae	✓							
Glyceridae		✓						
	6	7	8	5	6	7	6	7
	12				8			

### 3. Correlaciones entre *D. neapolitana* y otros macroinvertebrados bentónicos epifaunales

Solamente 9 de los 25 taxones epifaunales aparecieron representados, como mínimo en un hábitat y en ambas estaciones y únicamente uno de ellos, *Peringia ulvae*, mostró una correlación significativa con la densidad de *D. neapolitana* ( $p < 0,05$ ; Tabla 9). A pesar de ello, a continuación se discute también la correlación exhibida con otras dos especies, *Tritia neritea* y *Arenicola marina*, por tratarse la primera de ellas de una especie invasora, mientras que la segunda, también un poliqueto, ha sido sugerido que podría desplazar a *D. neapolitana* al tener ambas especies efectos antagónicos sobre el sedimento (*D. neapolitana* lo estabiliza mientras que *A. marina* lo desagrega; Berke et al., 2010).

Tabla 9. Densidad (individuos/0,0625 m<sup>2</sup>) observada en la zona superficial del sedimento en función del hábitat y la estación. El color azul indica una correlación negativa con la densidad de *D. neapolitana* mientras que el verde indica una correlación positiva. A.N: arena natural; A.R: arena regenerada; Z: praderas de *Z. marina*; F: fango.

Taxón	Densidad (individuos/0,0625 m <sup>2</sup> )							
	A.N		A.R		Z		F	
	otoño	primavera	otoño	primavera	otoño	primavera	otoño	primavera
<i>Diopatra neapolitana</i>	2,7 ± 0,6	4,7 ± 2,1	2,3 ± 1,5	3,7 ± 1,5	3,3 ± 2,3	4,3 ± 3,2	3,3 ± 2,5	1,0 ± 0,0
<i>Tritia neritea</i>	0,7 ± 0,6	3,3 ± 4,9	0,7 ± 0,6	6,0 ± 2,6	0,7 ± 0,6	5,0 ± 4,4	0,7 ± 0,6	6,0 ± 4,6
<i>Gibbula umbilicalis</i>	1,0 ± 1,7		1,0 ± 0,0		1,0 ± 1,0	0,3 ± 0,6	0,3 ± 0,6	
<i>Peringia ulvae</i>			2,0 ± 2,6	4,3 ± 5,1	6,7 ± 11,5	1,3 ± 1,5	10,3 ± 4,5	20 ± 0,0
<i>Ocenebra</i> sp.	0,3 ± 0,6		0,3 ± 0,6	0,3 ± 0,6	1,0 ± 0,0			
<i>Cerastoderma edule</i>	0,3 ± 0,6	0,7 ± 0,6	1,7 ± 2,1		1,3 ± 0,6			
<i>Carcinus maenas</i>					0,3 ± 0,6	0,7 ± 1,2		
<i>Arenicola marina</i>	1,7 ± 2,9	0,3 ± 0,6	0,3 ± 0,6				3,0 ± 0,0	0,7 ± 0,6
Fam. Sabellidae		0,7 ± 1,2		0,7 ± 1,2	8,7 ± 7,0	3,0 ± 2,0	3,0 ± 3,6	4,0 ± 3,5

#### **a. *Peringia ulvae* – *Diopatra neapolitana***

La presencia de *Peringia ulvae* fue bastante amplia, aunque no completa en todos los hábitats. Su densidad varió entre hábitats y estaciones, siendo destacable el número medio de individuos detectados en fango, especialmente en primavera (Tabla 9).

Aunque hay una muy baja correlación negativa con *D. neapolitana* en los hábitats en los que aparece ( $\rho = -0,47$ ), esta se ve acentuada en el hábitat fango, alcanzando valores de  $-0,83$ . En ambos casos estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ).

#### **b. *Tritia neritea* – *Diopatra neapolitana***

*T. neritea* es la única especie que aparece representada en los cuatro hábitats en ambas estaciones. Su presencia es baja durante el otoño, de aproximadamente 1 individuo/0,0625 m<sup>2</sup>. Sin embargo, en primavera, su ocupación del hábitat aumenta considerablemente, llegando a alcanzar los 6 individuos/0,0625 m<sup>2</sup> en las zonas de arena regenerada y fango (Tabla 9).

La comparación estadística de las densidades de ambas especies en los diferentes hábitats y en ambas estaciones no reveló ninguna correlación significativa. A pesar de ello, cabe destacar que allí donde *T. neritea* registró su máxima densidad (esto es, en el hábitat de fango durante la primavera) *D. neapolitana* presentó la mínima. De hecho, existe una correlación negativa ( $\rho = -0,72$ ) entre el número de individuos de ambas especies en el hábitat fango en primavera ( $p$ -valor = 0,107).

#### **c. *Arenicola marina* – *Diopatra neapolitana***

*A. marina* aparece en baja densidad en arena natural y fango durante ambas estaciones (tabla 9).

A diferencia de los taxones anteriores, éste muestra una baja correlación positiva ( $\rho = 0,65$ ) con *D. neapolitana* en fango, aunque con un  $p$ -valor = 0,15.

### **4. Análisis físico-químico del sedimento**

#### **a. Granulometría**

El análisis factorial reagrupó las 12 fracciones granulométricas (Anexo I, Tabla A) en un solo factor (Granulometría; Tabla 10), que explica el 83,11% de la varianza del tamaño de grano y que incluye todas las fracciones originales excepto la fracción 500-250  $\mu\text{m}$ .

Como cabría esperar, la granulometría gruesa domina en el hábitat A.R, seguido por A.N, Z y F.

#### **b. Contenido en materia orgánica**

El contenido en carbono orgánico total (C.O.T) se muestra en la Tabla 10.

Como se observa en la Figura 6, el C.O.T aumentó en primavera para todos los hábitats, a excepción de la zona de arena natural. Además, destaca el alto contenido de C.O.T de la zona de fango (0,76-0,75%). También es notable que la zona superior del sedimento contenga una mayor proporción de materia orgánica que la inferior (Tabla 10).

Tabla 10. Valores de la variable “Granulometría” y porcentaje de Carbono Orgánico Total (% C.O.T) en los diferentes hábitats estudiados dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela en otoño y primavera. Un valor negativo de la variable “Granulometría”, se corresponde con una

mayor proporción de sedimento grueso en la muestra, mientras que, si el valor es positivo, predomina el sedimento más fino. A.N: arena natural; A.R: arena regenerada; Z: praderas de *Z. marina*; F: fango.

		Granulometría			% C.O.T		
		media	corer superior	corer inferior	% medio	% corer superior	% corer inferior
A.N	otoño	-0,48	-0,16	-0,81	0,31	0,41	0,21
	primavera	-0,87	-0,06	-1,68	0,24	0,35	0,13
A.R	otoño	-1,10	-0,87	-1,34	0,15	0,20	0,10
	primavera	-0,48	-0,74	-0,22	0,33	0,36	0,30
Z	otoño	0,15	0,65	-0,34	0,38	0,45	0,31
	primavera	0,08	0,45	-0,29	0,63	0,91	0,35
F	otoño	1,21	1,33	1,09	0,76	0,77	0,74
	primavera	1,50	1,59	1,41	0,95	1,06	0,84

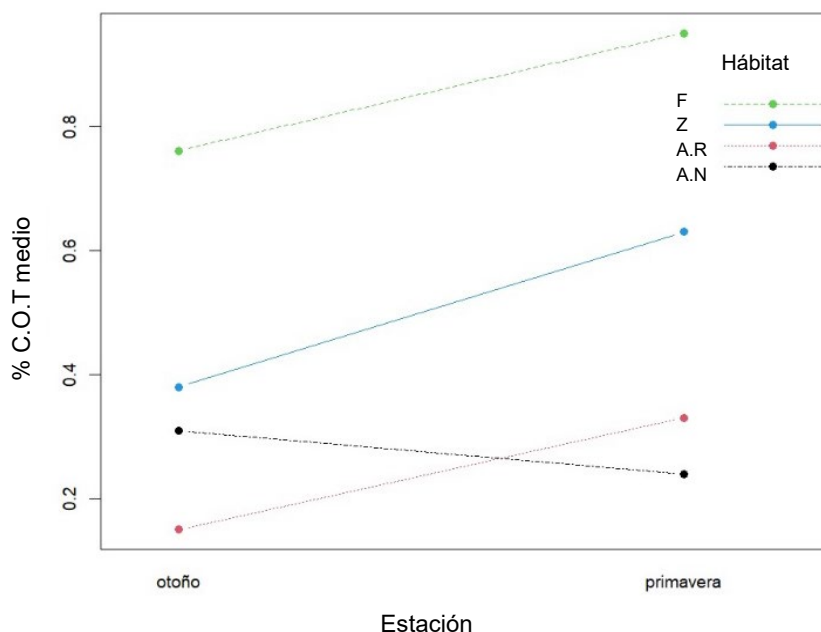


Figura 6. Porcentaje medio de Carbono Orgánico Total (C.O.T) en otoño y primavera para cada uno de los cuatro hábitats estudiados dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores de San Juan de Redondela. F: fango; Z: praderas de *Z. marina*; A.R: arena regenerada; A.N: arena natural.

##### 5. Correlaciones entre *D. neapolitana* y las propiedades del sedimento (granulometría y contenido en materia orgánica)

Ni la granulometría del sedimento, ni el contenido en carbono orgánico total (% C.O.T) mostraron una correlación significativa con la densidad de *D. neapolitana* ( $p > 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

Los resultados de campo sugieren un incremento de la densidad de *Diopatra neapolitana* en primavera, con excepción de la zona de fango, donde se observó el patrón contrario. Si bien este incremento no fue estadísticamente significativo (lo cual podría deberse al reducido número de réplicas realizadas), una mayor densidad en primavera es coherente con la biología de esta especie, así como con la propia dinámica de la actividad marisquera de esta especie. *D. neapolitana* desova de manera asincrónica desde julio hasta octubre (Escobar-Ortega et al., 2022), por lo que se esperaría una mayor densidad de individuos tras este período (Choe, 1960). De hecho, es precisamente en los

meses de primavera cuando observamos la presencia de juveniles en la superficie de los cuadrados muestreados. Por otro lado, la densidad de *D. neapolitana* también puede verse influenciada por la temporalidad de la extracción de este poliqueto en esta zona. De hecho, en el año 2022, el mayor volumen de capturas tuvo lugar en el período de mayo-septiembre, mientras dichas capturas fueron mínimas durante diciembre y enero (Xunta de Galicia, Consellería do Mar, 2023c). De acuerdo con estos datos, los meses de invierno servirían para “reponer” el stock, mostrando la especie un mayor número de individuos en primavera. Una situación similar se ha registrado en la Bahía de Izmir (Mar Egeo), donde la densidad de *D. neapolitana* también disminuyó durante los meses en que la demanda de cebo vivo fue mayor (Dağlı et al., 2005). La menor densidad observada en fango en el muestreo de primavera puede deberse a que este hábitat se encuentra en la parte más interna de la ría, quedando la población expuesta durante largos períodos de tiempo, especialmente a la radiación solar, que además es mayor en primavera que en otoño (González-Garcés Santiso et al., 2008), pero también a la falta de oxígeno. Otros estudios han demostrado que tanto las limitaciones de O<sub>2</sub> como la exposición a la radiación solar son factores clave en la distribución de los macroinvertebrados bentónicos (Little, 2003; Cardoso et al., 2010).

A diferencia de lo observado en el caso de la densidad, la biodiversidad de macroinvertebrados asociada a *D. neapolitana*, alcanzó su máximo en otoño. Este hecho no se ajusta a lo esperado, ya que es generalmente durante primavera-verano, cuando soplan los vientos del norte (González-Garcés Santiso et al., 2008; Instituto Español de Oceanografía, 2023a) y tienen lugar los afloramientos característicos de las Rías Baixas, que van asociados a una alta riqueza biológica debido a sus efectos fertilizadores (Instituto Español de Oceanografía, 2023b). Una posible explicación a la baja biodiversidad de primavera radica en las duras condiciones de invierno (mayor oleaje, bajas temperaturas, vientos más intensos, mayor descarga de agua dulce, etc.), que podrían afectar a muchas especies. Esto se reflejaría en la disminución de la diversidad observable en la siguiente estación (primavera). Durante la primavera y verano, la diversidad se estaría recuperando, lo cual se vería reflejado en una mayor diversidad en otoño.

Las praderas de *Z. marina* fueron el hábitat donde se registró un mayor número de taxones exclusivos. Este resultado es coherente con lo registrado en la literatura científica. Numerosos estudios han documentado los beneficios que esta fanerógama marina muestra sobre otros organismos (Webster et al., 1998; Mattila et al., 1999; Steinfurth et al., 2022). En general, las zonas con vegetación marina favorecen una mayor biodiversidad al proporcionar heterogeneidad estructural, sombra (Berke, 2012), refugio ante los depredadores (Mattila et al., 1999), mayor superficie para el asentamiento de organismos sedentarios y mayor deposición y retención de materia orgánica al ralentizar la velocidad del agua (Steinfurth et al., 2022).

Los hábitats de *Z. marina* y arena regenerada también presentaron una elevada diversidad de clases. Como ya se comentó antes, las características de las praderas de *Z. marina* permiten a estas zonas albergar una gran diversidad de fauna. Por el contrario, las zonas de arena suelen poseer una menor biodiversidad debido a la dificultad que supone vivir sobre/dentro de este sustrato: mayor inestabilidad debido al mayor tamaño de grano, baja retención del agua, o recurrentes problemas de abrasión, entre otros (Little, 2003). Sin embargo, las zonas de arena regenerada estudiadas están situadas en áreas previamente ocupadas por praderas de *Z. marina*, según la información aportada por la propia cofradía. Esto implicaría que estas zonas tienen una capa en profundidad que es rica en materia orgánica y que además estabiliza el sustrato. Como cabría esperar, la menor diversidad de clases fue registrada en las zonas de fango donde la poca porosidad del sedimento (difícil penetración) y, posiblemente, una menor disponibilidad de oxígeno (debida al mayor contenido en materia orgánica característico de las zonas fangosas), hacen de este hábitat una zona con condiciones

desfavorables (Garmendia et al., 2003), solo apta para unos pocos organismos estarían adaptados a las mismas.

Atendiendo a la disposición vertical de la fauna en el sedimento, resulta interesante subrayar que se encontró un mayor número de clases en la comunidad epifaunal e infaunal superior que en la comunidad infaunal inferior. Este hecho, está relacionado probablemente con las características del sedimento (disminución de la concentración de O<sub>2</sub> y aumento del grado de compactación con la profundidad) (Valencia et al., 2014; Touhami et al., 2018), así como con las características biológicas de los organismos de fondos blandos, como, por ejemplo, el modo de alimentación, pues la mayoría de grupos funcionales (filtradores, ramoneadores, depositívoros, etc.) necesitan acceder a la superficie del sedimento para alimentarse, y por ello se distribuyen más cerca de la superficie (Touhami et al., 2018). A pesar de las diferencias en el número de clases entre las tres comunidades comentadas anteriormente, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas para la mayoría de comparaciones. Solamente, durante el otoño, el número de clases de la comunidad epifaunal de *Z. marina* fue significativamente distinto del exhibido por la comunidad infaunal superior de este mismo hábitat. Esto indicaría que las condiciones que ofrece la fanerógama *Z. marina* durante el otoño favorecen una diversidad más alta que las condiciones que imperan dentro del sedimento de ese mismo hábitat (por los motivos comentados anteriormente). El número de clases presentes en la infauna superior e inferior en los hábitats fango (en primavera y otoño) y *Z. marina* (en otoño) también fue significativamente distinto. Estas diferencias se pueden explicar por la menor profundidad a la que llega el oxígeno en zonas fangosas, debido a una menor porosidad del sustrato y a la mayor acumulación de materia orgánica (Little., 2003).

La distribución de las diferentes clases en la epifauna, infauna superior e infauna inferior, parece responder, como es lógico, a una distribución en profundidad en función de las necesidades biológicas de cada grupo (modo de alimentación, capacidad de penetración en el sustrato, requerimientos de O<sub>2</sub>) (Little, 2003). De hecho, las 4 clases de macroinvertebrados más características de los fondos blandos (i.e. clase Gastropoda, clase Bivalvia, clase Polychaeta y clase Malacostraca; Little, 2003) no solo fueron las 4 clases más recurrentes en este trabajo sino que también exhibieron en el mismo la esperada distribución en profundidad: gasterópodos y crustáceos predominaron en la epifauna, mientras que bivalvos y poliquetos en la infauna (Little, 2003). Cabe mencionar además que, en nuestro estudio, los poliquetos fueron la clase con mayor presencia, contando con una muy alta representación en las 3 comunidades, ya que, además de su elevada presencia en la infauna, los tubos de ciertos individuos alcanzaban la superficie del sustrato. Profundizando más en la Clase Polychaeta, vemos que cuenta con una gran diversidad de familias, algunas de ellas con estrategias de vida muy diferentes, bien en la forma de desplazarse (errantes o sedentarios) (Little., 2003), en la alimentación (depositívoros, depredadores, filtradores, etc.) (Shivarudrappa et al., 2011) o en otros aspectos como la capacidad para formar un tubo. Esto permite que exista una gran diversidad de poliquetos a lo largo de todo el perfil vertical y a lo largo de los diferentes hábitats. Por otra parte, la Clase Bivalvia y Gastropoda también cuentan con una gran diversidad de familias, aunque menor que la de la Clase Polychaeta. En este caso, al igual que los poliquetos, hay familias de gasterópodos y de bivalvos ubicuas en casi todos los hábitats y en ambas estaciones del año; mientras que otras son raras y no tienen casi presencia. Lo más probable, es que esta distribución también se deba a los diferentes requerimientos de las especies de cada familia (Little, 2003).

Aunque, como vimos, el hábitat y la estación pueden determinar la distribución y/o abundancia de ciertos taxones, estos parámetros también dependen de las potenciales relaciones con otros seres vivos (Delefosse et al., 2012). Ejemplos claros son las relaciones de simbiosis y de competencia interespecífica por un recurso. En nuestro caso, *D. neapolitana* mostró una correlación negativa con *P. ulvae*, sin embargo, no se ha encontrado ningún estudio científico que las relacione biológicamente.

Quizás esta correlación sea espuria y, el aumento de la densidad de *P. ulvae* es debida a otro factor externo, como podría ser la presencia de algas sueltas (que ofrecen un hábitat adecuado) (Salovius & Kraufvelin, 2004). De hecho, muchos de los individuos de *P. ulvae* fueron encontrados sobre trozos de vegetación marina. Por otra parte, aunque la correlación negativa encontrada entre *D. neapolitana* y *T. neritea* en el hábitat de fango no ha sido muy significativa, es importante mencionarla, ya que este gasterópodo es una especie invasora con una alta abundancia, y por ello se deben tener en cuenta las posibles consecuencias ecológicas (Rolán, et al., 2011). Aun así, como es una especie con hábitos carroñeros, no se espera que afecte en gran medida por competencia trófica a *D. neapolitana*. A diferencia de las dos especies mencionadas anteriormente, la correlación entre *A. marina* y *D. neapolitana* es positiva para el hábitat de fango. En este caso, la correlación esperada sería la contraria, ya que *A. marina* es un poliqueto que perturba el sedimento, y de hecho, diversos estudios han demostrado que esta actividad afecta negativamente a otras especies de macroinvertebrados (Delefosse et al., 2012), entre ellas a los organismos tubícolas (Volkenborn et al., 2009).

Como ya se ha mencionado anteriormente, los factores abióticos tienen una gran influencia en la distribución de la fauna de fondos blandos, de modo que comprender su variabilidad espacial y temporal resulta crucial a la hora de estudiar esta. En este sentido, las variaciones de granulometría y materia orgánica observadas entre los hábitats estudiados en este trabajo están probablemente relacionadas con el grado de exposición a las corrientes de marea, entre otros factores (Little, 2003). El hábitat de fango es una zona situada en la parte más interna de la ría y, por tanto, muy protegida del oleaje, mientras que las praderas de *Z. marina* tienen una alta densidad de vegetación, facilitando así, en ambos casos, la retención de sedimento fino y materia orgánica (Little, 2003; Steinfurth et al., 2022). Por el contrario, las zonas de arena no tienen prácticamente vegetación y además están en una zona más exterior de la ría, de manera que están más afectadas por el movimiento del agua, y esto hace que solo el sedimento más pesado permanezca y haya una menor retención de materia orgánica (Little, 2003). Por otra parte, de manera general, el contenido en materia orgánica en el sedimento es mayor en primavera. Este aumento, probablemente se relaciona con el aumento de la producción primaria que ocurre durante esta estación debido a los afloramientos (González-Garcés Santiso et al., 2008; Jayaraj et al., 2008).

A pesar de la importancia de estos dos parámetros en la distribución y abundancia de los organismos de fondos blandos, estos no mostraron ninguna correlación con la densidad de *D. neapolitana*. Diversos estudios relacionan a algunas especies de poliquetos con el tamaño de grano y la cantidad de materia orgánica disponible en el sedimento (Jayaraj et al., 2008; Corgos et al., 2014). Sin embargo, como comentan Snelgrove & Butman (1994), aunque estos factores pueden influir en gran medida, la distribución y abundancia de los organismos también se ve influenciada por otros factores, como por ejemplo, la biomasa microbiana del sedimento o, según Mangum et al. (1968), la velocidad de la corriente. Aunque no existe ningún estudio que trate específicamente el caso de *D. neapolitana*, lo que cabría esperar es que existiese una correlación de *D. neapolitana* con el contenido en materia orgánica del sedimento, ya que esta especie es bioindicadora del enriquecimiento en materia orgánica (Arias et al., 2023).

A pesar de que gran parte de los resultados obtenidos en el presente trabajo son coherentes con lo registrado anteriormente en la literatura, hay aspectos metodológicos del mismo que deberían mejorarse para obtener resultados significativos y por tanto apropiados para avanzar en la selección de un indicador ecológico útil para el seguimiento de las poblaciones explotadas de *D. neapolitana*. Debido al bajo número de réplicas, la presencia de ciertos taxones ha sido muy baja o directamente nula; de hecho, en ocasiones pudimos observar estos taxones en las zonas adyacentes a nuestros cuadrados de muestreo. Con respecto al sedimento recogido para la caracterización físico-química, aunque este también fue escaso, el mayor problema fue seguramente la metodología escogida para la

recogida del mismo, ya que el corer empleado fue bastante estrecho (3,5 cm de diámetro), pudiendo de esta manera haber excluido aquellos organismos de mayor tamaño. Además, dependiendo de la textura del sedimento, la cantidad extraída con este sistema varió considerablemente (la extracción de los sedimentos más gruesos fue complicada por la gran cantidad de agua que estos contenían).

Este estudio supone una primera aproximación a la obtención de la información necesaria para desarrollar un indicador ecológico en esta zona de explotación marisquera. Se proporciona información sobre los principales taxones asociados a *D. neapolitana*, así como sobre los cambios estacionales que se producen en el ecosistema. En posteriores trabajos, también sería interesante extender más los muestreos en el tiempo con el objetivo de comprobar si las variaciones observadas se deben a la variabilidad natural o a la variabilidad de origen antrópico, además de obtener un reflejo más completo de la biodiversidad y de sus cambios a lo largo las cuatro estaciones del año.

## CONCLUSIONES

1. De manera general, la densidad de *Diopatra neapolitana* es mayor en primavera y no hay grandes variaciones entre hábitats. El hábitat de fango es la excepción, ya que presentó una notable disminución de la densidad de individuos durante la primavera.
2. Se han encontrado un total de 47 taxones de macroinvertebrados bentónicos asociados a *D. neapolitana*, pertenecientes al filo Nematoda y a las clases Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora, Malacostraca, Ascidiacea, Polychaeta, Anthozoa, Ophiuroidea, Turbellaria y Sipuncula. Durante el otoño la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos fue mayor que en primavera. Además, el hábitat con una mayor riqueza taxonómica y singularidad/exclusividad fueron las praderas de *Zostera marina*. Los taxones más recurrentes y diversos fueron las clases Bivalvia, Gastropoda y Polychaeta, destacando esta última por su amplia presencia (en perfil vertical, en los diversos hábitats y en ambas estaciones) y por ser el taxón con el mayor número de familias identificadas.
3. Los resultados de granulometría y contenido en carbono orgánico se ajustaron a lo esperado. Además, el contenido en carbono orgánico, de manera general, aumenta en todos los hábitats durante la primavera.
4. La densidad de *D. neapolitana* muestra una correlación negativa con la densidad de los gasterópodos *Peringia ulvae* (en fango) y *Tritia neritea*, y una correlación positiva con la densidad del poliqueto *Arenicola marina* (en fango). En cuanto a las propiedades del hábitat, no hay correlación entre la densidad de *D. neapolitana* y la granulometría o el contenido en materia orgánica del sedimento. Un replanteamiento del muestreo es conveniente para evitar correlaciones espurias.

## CONCLUSIÓNS

1. De maneira xeral, a densidade de *Diopatra neapolitana* é maior en primavera e non hai grandes variacións entre hábitats. O hábitat de lama é a excepción, xa que presentou unha notable diminución da densidade de individuos durante a primavera.
2. Encontráronse un total de 47 taxóns de macroinvertebrados bentónicos asociados a *D. neapolitana*, pertencentes ao filo Nematoda e ás clases Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora, Malacostraca, Ascidiacea, Polychaeta, Anthozoa, Ophiuroidea, Turbellaria e Sipuncula. Durante o outono a diversidade de macroinvertebrados bentónicos foi maior que en primavera. Ademais,



o hábitat cunha maior riqueza taxonómica e singularidade/exclusividade foron os prados de *Zostera marina*. Os taxóns máis recorrentes e diversos foron as clases Bivalvia, Gastropoda e Polychaeta, destacando esta última pola súa ampla presenza (no perfil vertical, nos diversos hábitats e en ambas estacións) e por ser o taxón con maior número de familias identificadas.

3. Os resultados de granulometría e contido en carbono orgánico axustáronse ao esperado. Ademais, o contido en carbono orgánico, de maneira xeral, aumenta en tódolos hábitats durante a primavera.
4. A densidade de *D. neapolitana* mostra una correlación negativa coa densidade dos gasterópodos *Peringia ulvae* (en lama) e *Tritia neritea*, e unha correlación positiva coa densidade do poliqueto *Arenicola marina* (en lama). En canto ás propiedades do hábitat, non hai correlación entre a densidade de *D. neapolitana* e a granulometría ou o contido en materia orgánica do sedimento. Un repensamento da mostraxe é conveniente para evitar correlacións espurias.

## CONCLUSIONS

1. In general, the density of *Diopatra neapolitana* is higher in spring and there are no great variations between habitats. The mud habitat is the exception because it presented a notable decrease in the density of individuals during the spring.
2. A total of 47 taxa of benthic macroinvertebrates associated with *D. neapolitana* had been found, and they belong to the filum Nematoda and to the Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora, Malacostraca, Ascidiacea, Polychaeta, Anthozoa, Ophiuroidea, Turbellaria and Sipuncula classes. During autumn, the biodiversity of benthic macroinvertebrates was greater than in the spring. Furthermore, the habitat with the greatest taxonomic richness and uniqueness/exclusivity was *Zostera marina* meadows. The most recurrent and diverse taxa were the Bivalvia, Gastropoda and Polychaeta classes, the last one standing out for its wide presence (in vertical profile, in the various habitats and in both seasons) and for being the taxa with the greatest number of identified families.
3. The granulometry and carbon content results have been adjusted to what was expected. Furthermore, organic carbon content generally increases in all the habitats during spring.
4. The density of *D. neapolitana* shows a negative correlation with the density of the *Peringia ulvae* (in mud) and *Tritia neritea* gastropods, and a positive correlation with the density of the *Arenicola marina* (in mud) polychaete. Regarding habitat properties, there is no correlation between the density of *D. neapolitana* and the granulometry or organic matter content of the sediment. A rethinking of the sampling is advisable to avoid spurious correlations.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, A., Paxton, H., & Budaeva, N. (2016). Redescription and biology of *Diopatra neapolitana* (Annelida: Onuphidae), a protandric hermaphrodite with external spermaducal papillae. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 174, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.03.002>
- Arias, A., Woodin, S. A., & Paxton, H. (2023). An Introduction to *Diopatra*, the amazing ecosystem engineering polychaete. *Biology*, 12(7), 1027. <https://doi.org/10.3390/biology12071027>
- Berke, S. K. (2012). Biogeographic variability in ecosystem engineering: Patterns in the abundance and behavior of the tube-building polychaete *Diopatra cuprea*. *Marine Ecology Progress Series*, 447, 1-13. <https://doi.org/10.3354/meps09568>
- Berke, S. K., Mahon, A. R., Lima, F. P., Halanych, K. M., Wetthey, D. S., & Woodin, S. A. (2010). Range shifts and species diversity in marine ecosystem engineers: Patterns and predictions for European sedimentary habitats. *Global Ecology and Biogeography*, 19(2), 223-232. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00509.x>
- Campbell, A. C. (1989). *Guía de campo de la flora y fauna de las costas de España y de Europa*. Omega.
- Cardoso, I., Granadeiro, J. P., & Cabral, H. (2010). Benthic macroinvertebrates' vertical distribution in the Tagus estuary (Portugal): The influence of tidal cycle. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86(4), 580-586. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.11.024>
- Choe, S. (1960). On the life history of the polychaete worm, *Diopatra neapolitana* Delle Chiaje. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 26(4), 430-437. <https://doi.org/10.2331/suisan.26.430>
- Corgos, A., Godínez-Domínguez, E., Flores-Ortega, J. R., & Rojo-Vázquez, J. A. (2014). Comunidades de fondos blandos submareales de la bahía de Navidad (Jalisco, México): Patrones espaciales y temporales. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(4), 1171-1183. <https://doi.org/10.7550/rmb.41419>
- Costanza, R. (1999). The ecological, economic, and social importance of the oceans. *Ecological Economics*, 31(2), 199-213. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00079-8)
- Cunha, T., Hall, A., & Queiroga, H. (2005). Estimation of the *Diopatra neapolitana* annual harvest resulting from digging activity in Canal de Mira, Ria de Aveiro. *Fisheries Research*, 76(1), 56-66. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.05.008>
- Dağlı, E., Ergen, Z., & Çınar, M. E. (2005). One-year observation on the population structure of *Diopatra neapolitana* Delle Chiaje (Polychaeta: Onuphidae) in Izmir Bay (Aegean Sea, eastern Mediterranean). *Marine Ecology*, 26(3-4), 265-272. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2005.00055.x>
- Delefosse, M., Banta, G. T., Canal-Vergés, P., Penha-Lopes, G., Quintana, C. O., Valdemarsen, T., & Kristensen, E. (2012). Macrobenthic community response to the *Marenzelleria viridis* (Polychaeta) invasion of a Danish estuary. *Marine Ecology Progress Series*, 461, 83-94. <https://doi.org/10.3354/meps09821>
- Elgetany, A. H., van Rensburg, H., Hektoen, M., Matthee, C., Budaeva, N., Simon, C. A., & Struck, T. H. (2020). Species delineation in the speciation grey zone—The case of *Diopatra* (Annelida, Onuphidae). *Zoologica Scripta*, 49(4), 516-534. <https://doi.org/10.1111/zsc.12421>

- Escobar-Ortega, D., Couceiro, L., Muíño, R., No, E., & Fernández, N. (2022). Insights into environmental drivers on the reproductive cycle of *Diopatra neapolitana* (Polychaeta: Onuphidae). *Biology*, *11*(10), 1504. <https://doi.org/10.3390/biology11101504>
- Fauvel, P. (1969a). *Faune de France. Polychètes errantes* (Vol. 5). Kraus Reprint.
- Fauvel, P. (1969b). *Faune de France. Polychètes sédentaires: Addenda aux errantes, archiannélides, myzostomaires*. (Vol. 16). Kraus Reprint.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *Global capture production quantity (1950–2021)*. Recuperado el 13 de junio de 2023, de [https://www.fao.org/fishery/statistics-query/en/capture/capture\\_quantity](https://www.fao.org/fishery/statistics-query/en/capture/capture_quantity)
- Fox, J. (2017). *Using the R Commander: A point-and-click interface for R*. Chapman and Hall/CRC Press.
- Galicia, Consellería de Pesca y Asuntos Marítimos. (2007). Orden de 4 de abril de 2007, por la que se aprueban los planes para la explotación de poliquetos en Galicia para el año 2007 y se regula su ejercicio. *Diario Oficial de Galicia*. [https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2007/20070425/AnuncioE6EE\\_es.html](https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2007/20070425/AnuncioE6EE_es.html)
- Garmendia, J. M., Parada J. M. & Mora, J. (2003). Niveles de penetración de los diferentes grupos macroinfaunales en los sedimentos arenosos sublitorales de la ría de Ares y Betanzos (Galicia) (noroeste de la península Ibérica). *Boletín. Instituto Español de Oceanografía*, *19* (1-4), 283-291. <https://digital.csic.es/handle/10261/320045>
- Gascuel, D., Coll, M., Fox, C., Guénette, S., Guitton, J., Kenny, A., Knittweis, L., Nielsen, J. R., Piet, G., Raid, T., Travers-Trolet, M., & Shephard, S. (2016). Fishing impact and environmental status in European seas: A diagnosis from stock assessments and ecosystem indicators. *Fish and Fisheries*, *17*(1), 31-55. <https://doi.org/10.1111/faf.12090>
- Gonzalez-Garcés Santiso, A., Vilas Martín, F. & Álvarez Salgado, X. A. (2008). *La ría de Vigo. Una aproximación integral al ecosistema marino de la ría de Vigo*. Instituto de Estudios Vigüeses.
- Instituto Español de Oceanografía. (2023a). *Análisis interactivo de índice de afloramiento*. Recuperado el 31 de julio de 2023, de <http://www.indicedeafloramiento.ieo.es/interactivo.html>
- Instituto Español de Oceanografía. (2023b). *Efectos índice de afloramiento*. Recuperado el 31 de julio de 2023, de <http://www.indicedeafloramiento.ieo.es/efectos.html>
- Instituto Geográfico Nacional. (2011). *Ría de Vigo* [Imagen satelital]. Recuperado el 9 de junio de 2023 de <https://earth.google.com>
- Intergovernmental Oceanographic Commission. (2006). *A Handbook for measuring the progress and outcomes of integrated coastal and ocean management*. UNESCO. <https://doi.org/10.25607/OBP-1379>
- Jayaraj, K. A., Sheeba, P., Jacob, J., Revichandran, C., Arun, P. K., Praseeda, K. S., Nisha, P. A., & Rasheed, K. A. (2008). Response of infaunal macrobenthos to the sediment granulometry in a tropical continental margin–southwest coast of India. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *77*(4), 743-754. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.11.016>
- Jennings, S., Kaiser, M., & Reynolds, J. D. (2001). *Marine fisheries ecology*. Wiley-Blackwell.

- Kotlinski, R. (2001). Mineral resources of the world oceans—Their importance for global economy in the 21st century. En J. S. Chung & V. Stoyanova (Eds.), *The Proceedings of the Fourth (2001) ISOPE Ocean Mining Symposium* (pp. 1-7). International Society of Offshore and Polar Engineers.
- Lewin, W.-C., Weltersbach, M. S., Ferter, K., Hyder, K., Mugerza, E., Prellezo, R., Radford, Z., Zarauz, L., & Strehlow, H. V. (2019). Potential environmental impacts of recreational fishing on marine fish stocks and ecosystems. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 27 (3), 287-330. <https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1586829>
- Little, C. (2003). *The biology of soft shores and estuaries*. Oxford University Press.
- Mangum, C. P., Santos, S. L., & Rhodes, W. R. (1968). Distribution and feeding in the onuphid polychaete, *Diopatra cuprea* (Bosc). *Marine Biology*, 2(1), 33-40. <https://doi.org/10.1007/BF00351635>
- Mattila, J., Chaplin, G., Eilers, M. R., Heck, K. L., O'Neal, J. P., & Valentine, J. F. (1999). Spatial and diurnal distribution of invertebrate and fish fauna of a *Zostera marina* bed and nearby unvegetated sediments in Damariscotta River, Maine (USA). *Journal of Sea Research*, 41(4), 321-332. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(99\)00006-4](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(99)00006-4)
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2006). *Perfil ambiental de España 2006. Marco general*. Recuperado 13 de junio de 2023, de [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/informacion-ambiental-indicadores-ambientales/perfilamb2006\\_marcogral\\_tcm30-185487.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/informacion-ambiental-indicadores-ambientales/perfilamb2006_marcogral_tcm30-185487.pdf)
- Orensanz, J. M., Armstrong, J., Armstrong, D., & Hilborn, R. (1998). Crustacean resources are vulnerable to serial depletion—The multifaceted decline of crab and shrimp fisheries in the Greater Gulf of Alaska. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 8(2), 117-176. <https://doi.org/10.1023/A:1008891412756>
- Pita, P., Fernández-Márquez, D., Antelo, M., Macho, G., & Villasante, S. (2019). Socioecological changes in data-poor S-fisheries: A hidden shellfisheries crisis in Galicia (NW Spain). *Marine Policy*, 101, 208-224. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.09.018>
- R Core Team (2021). R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
- Rodrigues, A. M., Pires, A., Mendo, S., & Quintino, V. (2009). *Diopatra neapolitana* and *Diopatra marocensis* from the Portuguese coast: Morphological and genetic comparison. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 85(4), 609-617. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.10.004>
- Rolán E, Horro J, Quintela M (2005). *Cyclope neritea* (Gastropoda, Nassariidae) en Galicia. *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología*, 44, 57-59. <https://docplayer.es/46885316-De-la-sociedad-espanola-de-malacologia-no.html>
- Roughgarden, J., & Smith, F. (1996). Why fisheries collapse and what to do about it. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93(10), 5078-5083. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.10.5078>
- Salovius, S., & Kraufvelin, P. (2004). The filamentous green alga *Cladophora glomerata* as a habitat for littoral macro-fauna in the Northern Baltic Sea. *Ophelia*, 58(2), 65-78. <https://doi.org/10.1080/00785326.2004.10410214>

- Shivarudrappa, S., Briggs, K., & Hartmann, V. (2011). Effects of hypoxia on the trophic structure of the polychaete communities in the northern Gulf of Mexico. En *Oceans '11 MTS/IEEE KONA*, (pp. 1653-1658). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <https://doi.org/10.23919/OCEANS.2011.6107148>
- Snelgrove, P. V. R., & Butman, C. A. (1994). Animal sediment relationships revisited – Cause versus effect. *Oceanography and marine biology: An Annual Review*, 32, 111-177.
- Steinfurth, R. C., Lange, T., Oncken, N. S., Kristensen, E., Quintana, C. O., & Flindt, M. R. (2022). Improved benthic fauna community parameters after large-scale eelgrass (*Zostera marina*) restoration in Horsens Fjord, Denmark. *Marine Ecology Progress Series*, 687, 65-77. <https://doi.org/10.3354/meps14007>
- Touhami, F., Bazairi, H., Badaoui, B., & Benhoussa, A. (2018). Vertical distribution of benthic macrofauna in intertidal habitats frequented by shorebirds at Merja Zerga Lagoon. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 34(2), 255-265. <https://doi.org/10.1007/s41208-017-0059-5>
- Trigo, J. E., Díaz Agras, G. J., García-Álvarez, O. L., Guerra Sierra, A., Moreira da Rocha, J., Pérez Dieste, J., Rolán Mosquera, E., Souza Troncoso, J. & Urgorri, V. (2018). *Guía de los Moluscos Marinos de Galicia*. Servicio de Publicacións da Universidade de Vigo.
- Valencia, B., Herrera, L., & Giraldo, A. (2014). Estructura de la comunidad y distribución vertical de la macrofauna de fondos blandos en isla Gorgona, Pacífico Colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 62 (supp. 1), 169-188.
- Viéitez, J. M., Alós, C., Parapar, J., Besteiro, C., Moreira, J. Núñez, J., Laborda, J. & San Martín, G. (2004). *Fauna Ibérica*. Vol. 25: *Annelida, Polychaeta I*. Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Volkenborn, N., Robertson, D. M., & Reise, K. (2009). Sediment destabilizing and stabilizing bio-engineers on tidal flats: Cascading effects of experimental exclusion. *Helgoland Marine Research*, 63(1), 1. <https://doi.org/10.1007/s10152-008-0140-9>
- Webster, P. J., Rowden, A. A., & Attrill, M. J. (1998). Effect of shoot density on the infaunal macro-invertebrate community within a *Zostera marina* seagrass bed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47(3), 351-357. <https://doi.org/10.1006/ecss.1998.0358>
- Xunta de Galicia, Consellería do Mar. (2023a). *Cofradías de pescadores*. Recuperado el 26 de junio de 2023, de <https://mar.xunta.gal/es/el-sector/confradias-de-pescadores>
- Xunta de Galicia, Consellería do Mar. (2023b). *Marisqueo*. Recuperado el 26 de junio de 2023, de <https://mar.xunta.gal/gl/o-sector/marisqueo>
- Xunta de Galicia, Consellería do Mar. (2023c). *Pesca de Galicia. Estadísticas*. Recuperado el 8 de julio de 2023, de <https://www.pescadegalicia.gal/estadisticas/>



Tabla B. Variación en la densidad de *D. neapolitana* a lo largo de las dos estaciones estudiadas (otoño y primavera) en los cuatro hábitats (A.N, A.R, Z y F). A.N: arena natural; Z: praderas de *Z. marina*; A.R: arena regenerada; F: fango. El n° medio de *D. neapolitana* se encuentra en escala logarítmica.

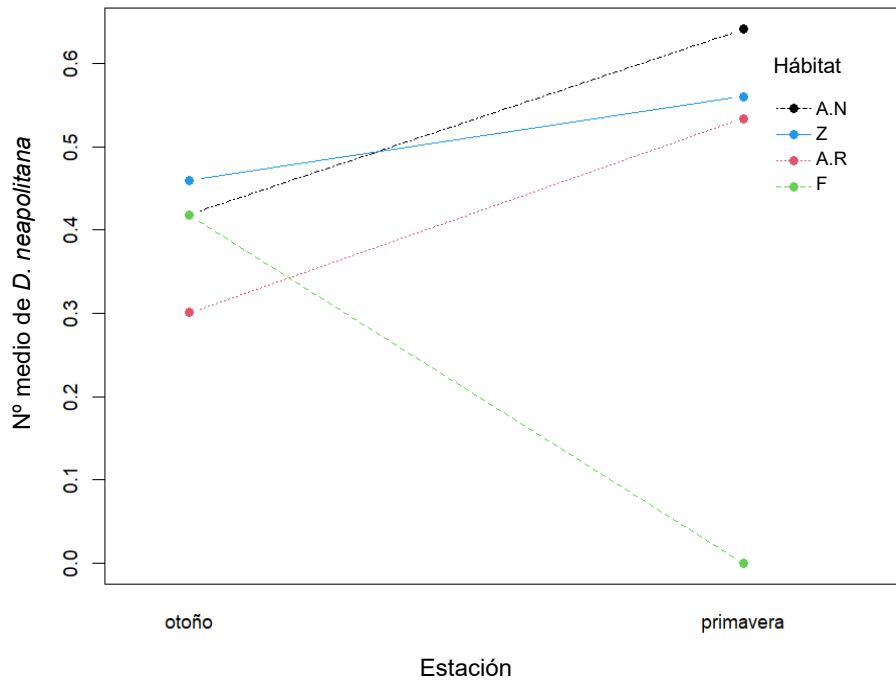


Tabla C. Datos de campo recogidos durante el muestreo de otoño dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores San Juan de Redondela. En ella se incluyen todos los taxones encontrados, así como su cantidad/presencia en función de la comunidad (visu = epifauna, superior = infauna superior, inferior = infauna inferior), cuadrado (cuad 1, cuad 2 y cuad 3) y hábitat (arena natural, arena regenerada, *Zostera* y fango) muestreado.

OTIÑO	ARENA NATURAL									ARENA REGENERADA									
	cuad 1			cuad 2			cuad 3			cuad 1			cuad 2			cuad 3			
	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	
<i>Trinia neritica</i>																			
<i>Gibbula umbilicatis</i>	1						1	1	1	1	1	1	1				1		
<i>Ocenebra</i> sp.							3			1									
<i>Trinia reticulata</i>							1												
<i>Peringia ulvae</i>													5			1			
<i>Littorina littorea</i>																			
Fam. Nassariidae																			
Fam. Rissoidae																			
<i>Calappa chinensis</i>																			
<i>Nucella lapidus</i>																			
<i>Barleeia unifasciata</i>																			
<i>Polycera quadrilineata</i>																			
<i>Cerastoderma edule</i>							1					1					4		
<i>Ruditapes decussatus</i>																		1	
Fam. Veneridae		1								1									
Fam. Semeidae		2																	
Fam. Tellinidae			1								1								1
Fam. Lepidochitonidae																			
<i>Bohys</i> sp.													1						
<i>Ciona intestinalis</i>																			
<i>Carcinus maenas</i>																			
Intraorden Caridea																			
Fam. Gammaridae							1												
Orden Isopoda																			2
<i>Diopatra neapolitana</i>																			
<i>Arenicola marina</i>	2						3						1			4		2	1
Fam. Serpulidae																			
Fam. Sabellidae																			
Fam. Phyllodoctidae																			
Fam. Maldanidae																			presencia
Fam. Sponidae																			presencia
Fam. Cosuridae																			
Fam. Caprellidae																			
Fam. Syllidae																			
Fam. Goniadidae																			
Fam. Eunicidae																			
Fam. Glyceridae																			
Filo Nematoda																			
<i>Arenaria</i> sp.																			
Clase Ophitrocha							1												
Clase Turbellaria																			
Fam. Sipunculiidae																			presencia



Taxón	OTOÑO						ZOSTERA						FANGO						
	cuad 1		cuad 2		cuad 3		cuad 1		cuad 2		cuad 3		cuad 1		cuad 2		cuad 3		
	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	
<i>Tritia neritica</i>	1																		
<i>Gibbula umbilicalis</i>	1			2			1			1			1			1			1
<i>Ocenebra</i> sp.	1			1			1						1						
<i>Tritia reticulata</i>	1			1									1						
<i>Perrinia ulvae</i>	>20												6			15			10
<i>Littorina littorea</i>																1			
Fam. Nassariidae	2			1															
Fam. Rissoidae	1																		
<i>Calyptraea chinensis</i>		1		1															
<i>Nucella lapidus</i>							1												
<i>Barleeta unifasciata</i>														2					
<i>Polycera quadrilineata</i>	1																		
<i>Cerastoderma edule</i>	2			1			1			1									
<i>Ruditapes decussatus</i>							1			1									
Fam. Veneridae	2	1						2						1					1
Fam. Semelidae																			
Fam. Tellinidae																			
Fam. Lepidochitonidae																			
<i>Bornyllus</i> sp.	1			2															
<i>Chiona instriata</i>	3			3															
<i>Carcinus maenas</i>	1																		1
Intraorden Caridea																			3
Fam. Gammaridae				2	2														
Orden Isopoda																			
<i>Diopatra neapolitana</i>	2			6			2			3			1			3			6
<i>Arenicola marina</i>							2			3			3			3			3
Fam. Serpulidae							2						3			4			4
Fam. Sabellidae	2			8			16						2			7			7
Fam. Phyllococtidae		presencia																	
Fam. Maldanidae		presencia		presencia			presencia												
Fam. Spionidae		presencia	presencia		presencia		presencia												presencia
Fam. Cossuridae		presencia			presencia		presencia												
Fam. Caprellidae		presencia			presencia		presencia												presencia
Fam. Syllidae					presencia														presencia
Fam. Gomnidae																			
Fam. Eunicidae																			
Fam. Glyceridae																			
Filo Nematoda		presencia			presencia	presencia		presencia	presencia										presencia
<i>Athenonia</i> sp.	2			1															
Clase Ophitroica	1			1			1												
Clase Turbellaria																			
Fam. Sipuncidae																			

Tabla D. Datos de campo recogidos durante el muestreo de primavera dentro del ámbito territorial de la Cofradía de Pescadores San Juan de Redondela. En ella se incluyen todos los taxones encontrados, así como su cantidad/presencia en función de la comunidad (visu = epifauna, superior = infauna superior, inferior = infauna inferior), cuadrado (cuad 1, cuad 2 y cuad 3) y hábitat (arena natural, arena regenerada, *Zostera* y fango) muestreado.

PRIMAVERA	ARENA NATURAL						ARENA REGENERADA					
	cuad 1		cuad 2		cuad 3		cuad 1		cuad 2		cuad 3	
Taxón	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior
<i>Trypa neritica</i>												
<i>Perrinia ulvae</i>				1			9	1		9		
<i>Ocenebra</i> sp.										3		
<i>Bitium</i> sp.										1		
<i>Gibbula umbilicatis</i> sp.												1
<i>Turritella</i> sp.												
<i>Barleia unifasciata</i>												1
<i>Cerastoderma edule</i>				1			1					
Fam. Cardidae					4			2		8		1
Fam. Veneridae		4						2		1	1	1
Fam. Lucinidae			1					2		1	1	3
Fam. Semeidae		2						2		1	1	1
Fam. Tellinidae								1				
<i>Carcinus maenas</i>												
Infaorden Caridea												
Fam. Gammaridae										1		1
Orden Isopoda										2		
<i>Diopatra neapolitana</i>	4			3			7			2		4
<i>Arenicola marina</i>	1			presencia			presencia			presencia		
<i>Arenicola marina</i> juvenil							2			2		2
Fam. Sabellidae												
<i>Diopatra neapolitana</i> juvenil												
Fam. Maldanidae			presencia	presencia				presencia	presencia			presencia
Fam. Spionidae			presencia					presencia	presencia			
Fam. Capitellidae			presencia	presencia				presencia	presencia	presencia		presencia
Fam. Syllidae			presencia					presencia	presencia			
Fam. Eunicidae												
Fam. Arenicolidae												
Fam. Ampharetidae												
Filo Nemertoda								presencia				
Fam. Sipunculidae								presencia	presencia		presencia	

PRIMAVERA	ZOSTERA						FANGO					
	cuad 1		cuad 2		cuad 3		cuad 1		cuad 2		cuad 3	
Taxon	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior	visu	superior	inferior
<i>Tritia neritica</i>	10			2						10		
<i>Pterigia ulvae</i>	3			1			>20			>20		
<i>Ocenebra</i> sp.												
<i>Bitium</i> sp.												
<i>Gibbula umbiliculis</i> sp.												
<i>Turritella</i> sp.												
<i>Barleeta unifasciata</i>												
<i>Cerastoderma edule</i>												
Fam. Carditidae		3						1			2	
Fam. Veneridae		1										
Fam. Lucinidae			1									
Fam. Semelidae												
Fam. Tellinidae												
<i>Carcinus maenas</i>			2									
Infraorden Caridea												1
Fam. Gammaridae					1	1						
Orden Isopoda												
<i>Diopatra neapolitana</i>	8			3			2			1		
<i>Arenicola marina</i>										1		
<i>Arenicola marina</i> juvenil										presencia		
Fam. Sabelkiidae	1			3			5			2		
<i>Diopatra neapolitana</i> juvenil												
Fam. Maldanidae		presencia	presencia		presencia		presencia		presencia		presencia	
Fam. Sponidae		presencia			presencia	presencia		presencia	presencia		presencia	
Fam. Capitellidae		presencia	presencia		presencia	presencia		presencia	presencia		presencia	
Fam. Syllidae												
Fam. Eunicidae												
Fam. Arenicolidae		presencia										
Fam. Amphiparidae		presencia										
Filo Nematoda								presencia	presencia			
Fam. Spioncidae								presencia				

Tabla E. Clasificación de los 47 taxones encontrados en función de su presencia en una o ambas estaciones y en función de su presencia en uno o todos los hábitats. A.N: arena natural; A.R: arena regenerada; Z: praderas de *Z. marina*; F: fango.

	A.N	A.R	Z	F	N° taxones		
Taxones comunes a ambas estaciones	<i>Tritia neritea</i>	✓	✓	✓	✓	22	47%
	<i>Gibbula umbilicalis</i>	✓	✓	✓	✓		
	<i>Ocenebra</i> sp.	✓	✓	✓			
	<i>Peringia ulvae</i>		✓	✓	✓		
	<i>Barleeia unifasciata</i>	✓	✓		✓		
	<i>Cerastoderma edule</i>	✓	✓	✓			
	Fam. Veneridae	✓	✓	✓	✓		
	Fam. Semelidae	✓	✓				
	Fam. Tellinidae	✓	✓				
	<i>Carcinus maenas</i>			✓			
	Infraorden Caridea				✓		
	Fam Gammaridae	✓	✓	✓	✓		
	Orden Isopoda	✓	✓				
	<i>Arenicola marina</i>	✓	✓		✓		
	Fam. Sabellidae	✓	✓	✓	✓		
	Fam. Maldanidae	✓	✓	✓	✓		
	Fam. Spionidae	✓	✓	✓	✓		
	Fam. Capitellidae	✓	✓	✓	✓		
	Fam. Syllidae	✓	✓	✓	✓		
Fam. Eunicidae	✓	✓					
Filo Nematoda	✓	✓	✓	✓			
Fam. Sipunculidae	✓	✓	✓				
Taxones exclusivos de otoño	<i>Tritia reticulata</i>			✓	✓	19	40%
	<i>Littorina littorea</i>				✓		
	Fam. Nassaridae	✓			✓		
	Fam. Rissoidae			✓			
	<i>Caliptraea chinensis</i>			✓			
	<i>Nucela lapidus</i>			✓			
	<i>Polycera quadrilineata</i>			✓			
	<i>Ruditapes decussatus</i>		✓	✓			
	Fam. Lepidochitonidae		✓				
	<i>Botryllus</i> sp.			✓			
	<i>Ciona intestinalis</i>			✓			
	Fam. Serpulidae			✓	✓		
	Fam. Glyceridae		✓				
	Fam. Phyllococidae			✓			
	Fam. Cossuridae			✓			
	Fam Goniadidae	✓					
	<i>Anemonia</i> sp.	✓	✓	✓			
Clase Ophiuroidea			✓				
Clase Turbellaria		✓					
Taxones exclusivos de primavera	<i>Bittium</i> sp.		✓	✓		6	13%
	<i>Turritella</i> sp.			✓			
	Fam. Cardiidae	✓	✓	✓	✓		
	Fam. Lucinidae	✓	✓	✓			
	Fam. Arenicolidae			✓			
	Fam. Ampharetidae			✓	✓		
					47	100%	

## ANEXO II: Fotografías

Recoge fotografías realizadas a lo largo de los muestreos en el campo y durante la identificación en el laboratorio con el fin de facilitar la comprensión de la zona estudiada y de la fauna allí encontrada.

### Zona de muestreo:

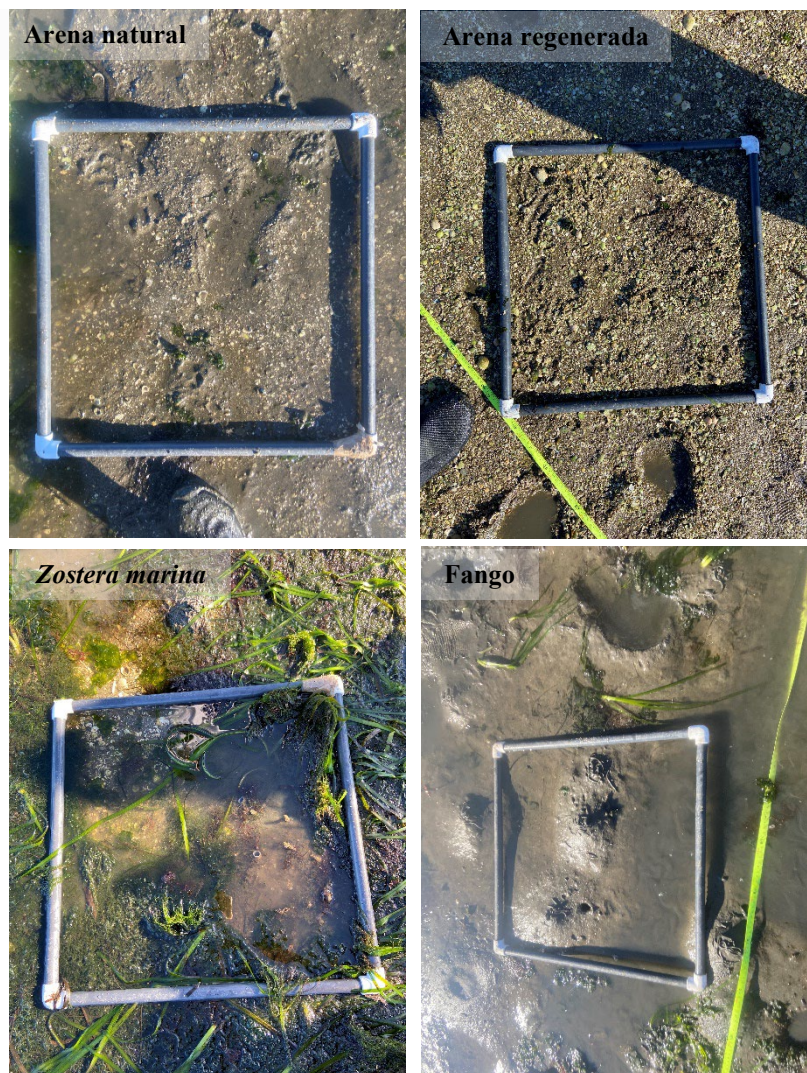
Banco de explotación de poliquetos conocido como A Portela. Tomada el 8 de mayo de 2023 antes de completarse la bajamar.



Colocación de la cinta métrica para establecer el transecto de muestreo en una de las zonas de fango. Tomada el 11 de noviembre de 2022.



Hábitats de arena natural, arena regenerada, *Zostera marina* y fango. Tomadas el 11 de noviembre de 2022.



Fauna bentónica:

**Identificación en el campo:**

*Arenicola marina* identificada visualmente por sus deposiciones, diferenciando entre adultos (deposiciones de gran tamaño, izquierda) e individuos juveniles (deposiciones de pequeño tamaño, derecha).



*Diopatra neapolitana* identificada visualmente por sus tubos, diferenciando entre adultos (tubos de gran tamaño, izquierda) e individuos juveniles (tubos de pequeño tamaño, derecha).

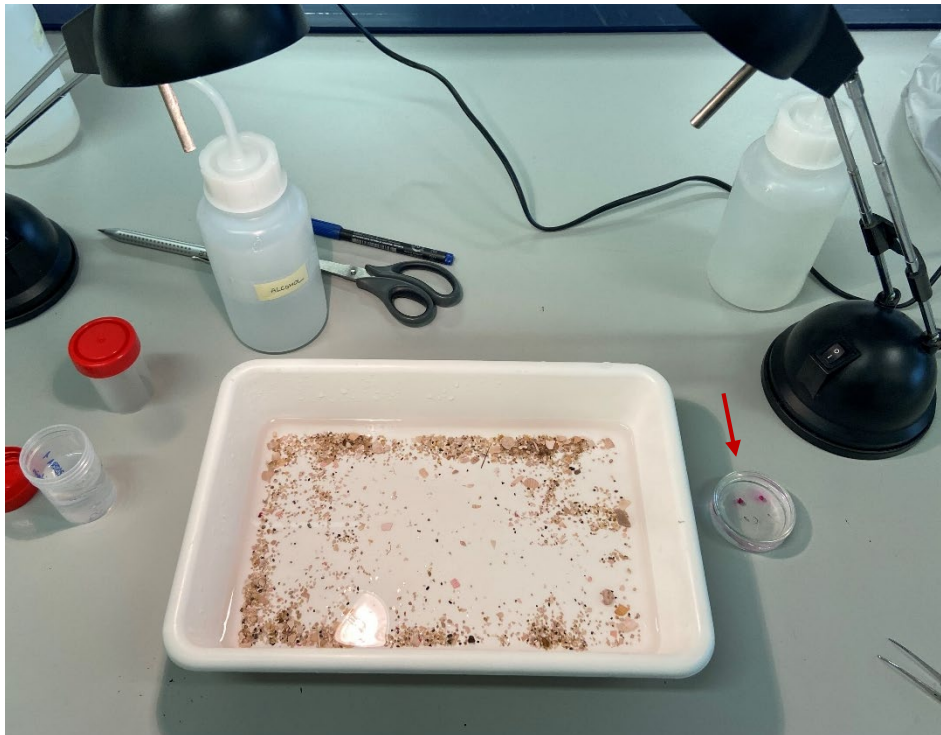


Algunos de los taxones identificados de visu en el campo fueron los siguientes:

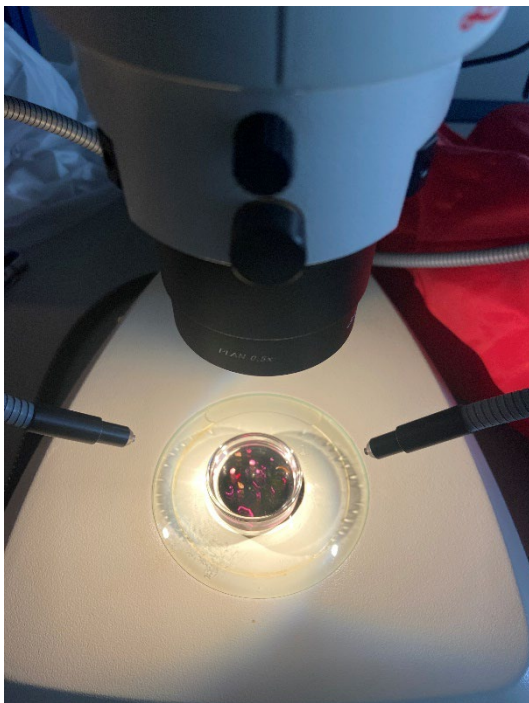


**Identificación en el laboratorio:**

Selección de la infauna (teñida de rosa) entre el sedimento:



Identificación a la lupa de la infauna:





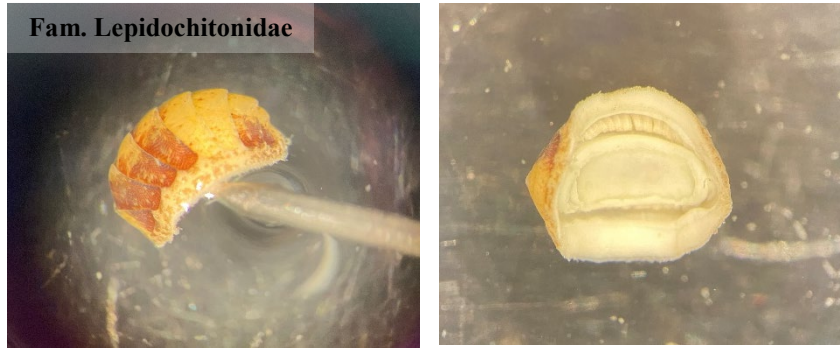
Algunos ejemplares de la clase Gastropoda identificados a la lupa:



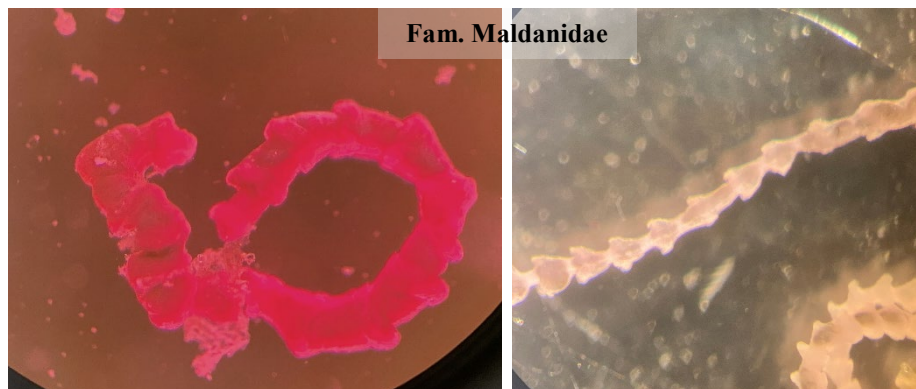
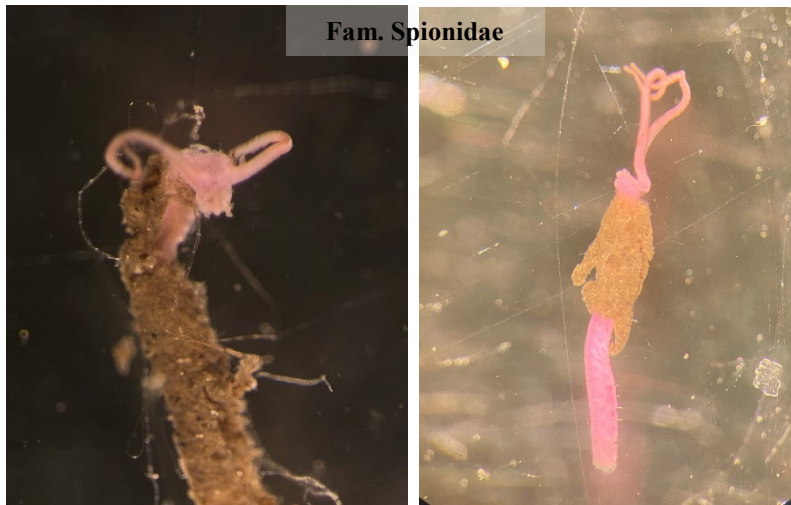
Algunos ejemplares de la clase Bivalvia identificados a la lupa:

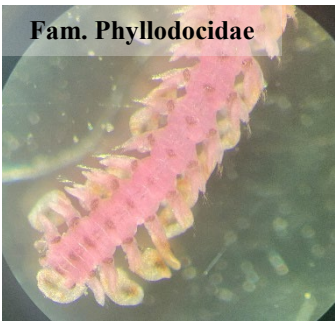
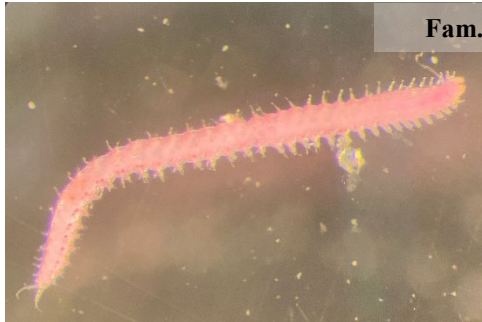


Único ejemplar de la clase Polyplacophora, vista lateral (izquierda) y vista ventral (derecha):



Algunos ejemplares de la clase Polychaeta identificados a la lupa:





En algunos casos la identificación no fue posible debido al poco desarrollo de los individuos o porque solo aparecían trozos de los mismos:

