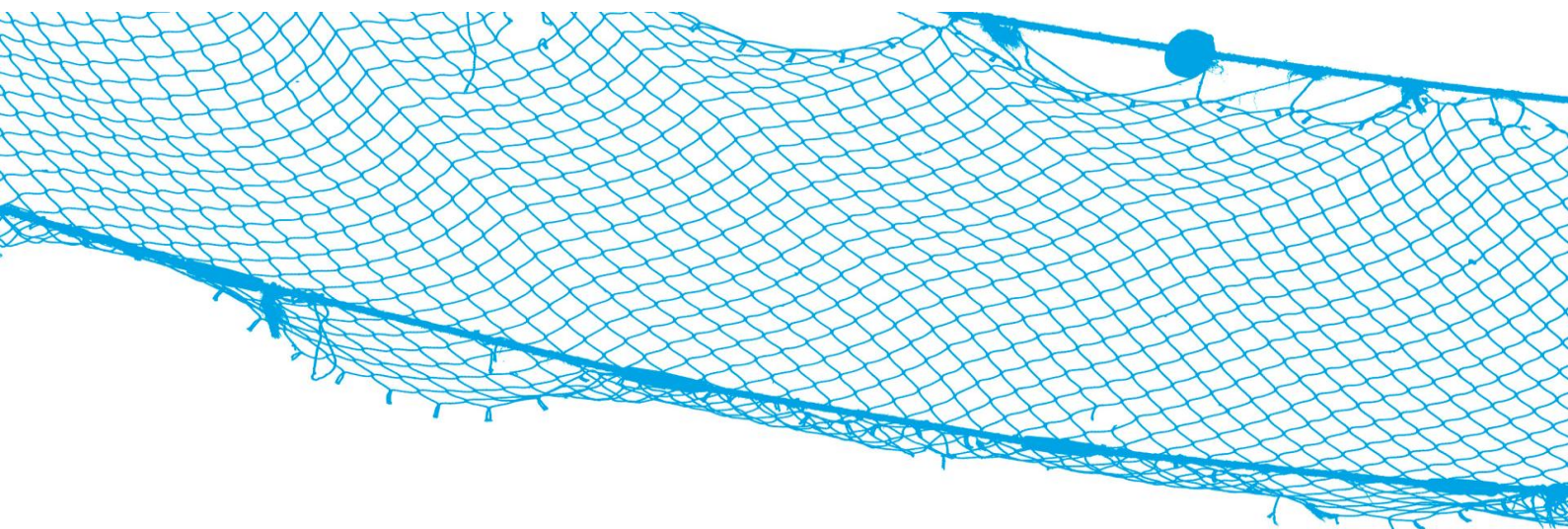




Poden os sedimentos influír na produtividade dos bancos marisqueiros?

Natalia Bienzobas Montávez

Graduada en Ciencias do Mar e Mestrada en Oceanografía. Na actualidade, é investigadora Predoutoral do Centro de Investigacións Mariñas da Universidade de Vigo. A súa actividade está vinculada ao grupo de investigación de Xeoloxía Mariña e Ambiental do Departamento de Xeociencias Mariñas e Ordenación do Territorio.

José Guitián Bermejo

Investigador posdoutoral no Centro de Investigación Mariña, do grupo GEOMA da Universidade de Vigo. Desenvolve o seu traballo en sedimentoloxía e paleoceanografía. Implicado no estudo do litoral e a súa adaptación ao cambio climático desde unha perspectiva de investigación e innovación responsable (RRI) colaborando estreitamente cos axentes do sector costeiros.

Ana M. Bernabeu Tello

Catedrática de Universidade e membro do Centro de Investigación Mariña da Universidade de Vigo. O seu traballo investigador céntrase na xeoloxía mariña, a dinámica sedimentaria e a xestión integrada da zona costeira, liderando e participando en numerosos proxectos nacionais e internacionais. É coordinadora do programa internacional de doutoramento Ciencias, Tecnoloxía e Xestión do Mar.

1. Introducción

En Galicia, o marisqueo a pé é unha actividade de longa tradición e importancia económica na que traballan máis de 3000 persoas. Sen embargo, durante os últimos anos, detectouse unha diminución progresiva dos individuos de especies obxectivo de marisqueo, chegando a desaparecer algunhas delas de forma puntual.

Existen numerosos traballos que estudaron o efecto de variables como a temperatura ou a salinidade na produtividade dos bancos (e.x., Parada et al., 2008; Parada et al., 2012; Macho et al., 2016; Des et al., 2021). Con todo, demostrouse que este problema non ten unha única solución e son moitas as variables que poden afectar a viabilidade dun banco marisqueiro.

Tendo en conta que as especies obxectivo de marisqueo, como a ameixa fina, ameixa babosa, ameixa xapónica ou o berberecho viven enterradas nos primeiros centímetros do sedimento, as características deste substrato e a súa evolución no tempo van influír na distribución espacial e desenvolvemento destes organismos, tal e como xa apuntan algúns autores (Cerdeira et al., 2024; Parada et al., 2024). Ademais, dende as propias confrarías estase alertando do progresivo “enfangamento” de moitos bancos da costa galega.

Neste contexto, dende 2021, leváronse a cabo traballos para comprender mellor os efectos a medio e longo prazo da dispoñibilidade de sedimentos, o aumento do nivel do mar e o desenvolvemento humano, así como a aplicación de estratexias axeitadas na rexión costeira, garantindo a sustentabilidade e a produtividade dos bancos intermareais.

2. Fontes de sedimento, procesos de transporte e características clave

As propiedades do sedimento mariño (e.x., tamaño de gran, forma, mineraloxía, composición) son un reflexo das fontes que achegan material ao fondo do mar e dos procesos que o distribúen. Entre as fontes de sedimento podemos distinguir entre: i) terríxenas, son as que aportan sedimentos de orixe terrestre; ii) bioxénicas, relacionadas coa actividade biolóxica (e.x., restos de conchas); e iii) antropoxénicas, que aportan material derivado da actividade humana (e.x., plásticos).

O transporte e distribución destes materiais está determinado por diferentes forzamentos. O vento e as precipitacións favorecen a erosión e o transporte de material terríxeno cara aos ríos e finalmente, ao mar. Durante esta viaxe, os grans vanse erosionando, aumentando a súa redondez e diminuindo o seu tamaño en función da dureza do material e da distancia percorrida. Unha vez no mar, as correntes mariñas xunto coa ondada encárganse da súa distribución. No caso dos materiais bioxénicos, as ondas son as encargadas de transportar as cunchas desde a zona máis profunda ata a zona intermareal onde se atopan trituradas e clasificadas polas correntes.

O tamaño de gran destaca entre todo o abano de características do sedimento por ser un indicador das condicións do medio de fácil análise que pode proporcionar moi diversa información. Así por exemplo permite describir a enerxía dos procesos que afectan aos

sedimentos xa que a canto maior sexa a corrente maior será o tamaño de gran que resiste no fondo. Tamén pode suxerir que tipo de organismos encontraremos no substrato dado que o hábitat está moi relacionado coa distribución de tamaño de gran. Ademais os minerais e os restos de organismos adoitan estar clasificados por tamaños específicos (os restos de cunchas adoitan formar a fracción grosa do sedimento mentres que os minerais de arxila concéntranse na fracción fina) axudando a describir a orixe do sedimento.

O tamaño de gran do sedimento en sistemas costeiros pode variar por diferentes factores. A climatoloxía altera os aportes de material continental aumentando por exemplo a concentración de sedimento fino en períodos de forte precipitacións arrastrado pola escorrentía ou erosionado do fondo das canles por correntes fluviais intensas. Os cambios nas correntes e ondadas relacionados con modificacións na costa ou, a medio-longo prazo, co cambio climático alteran os patróns de dispersión e sedimentación das partículas nos fondos. Finalmente as construcións antropoxénicas poden alterar o patrón de transporte e sedimentación polo que os sedimentos erosionanse ou acumúlanse en zonas nas que naturalmente non o facían (por exemplo tras a construción de diques en zonas costeiras).

3. Como estudamos o tamaño de gran do sedimento

En xeral, o sedimento está composto por grans de diferentes tamaños, o que denominamos clases (Figura 1). No ámbito da sedimentoloxía, o estudo do tamaño de gran baseouse na escala de Wentworth (1922), que propón 4 grandes grupos: gravas ($> 2000 \mu\text{m}$); areas ($63\text{--}2000 \mu\text{m}$); limos ($4\text{--}63 \mu\text{m}$); e arxilas ($< 4 \mu\text{m}$), e que corresponden con diferentes modos de transporte dos grans, polo que esta clasificación é axeitada no estudo da dinámica de sedimento.

Para o seu estudo é necesario coñecer a cantidade de cada unha destas clases dentro da mostra, o que se coñece como distribución granulométrica.

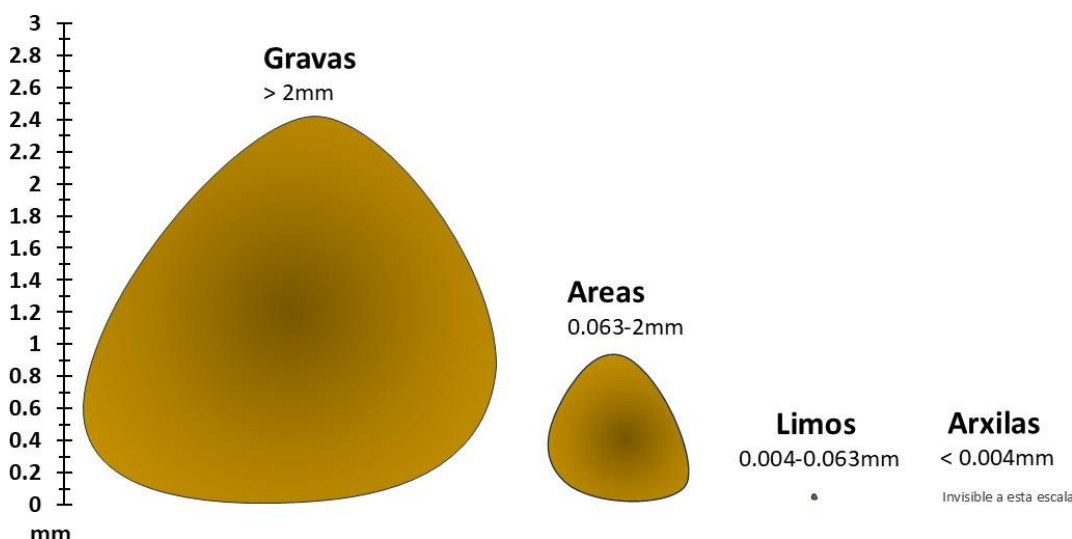


Figura 1. Comparativa visual dos catro grandes grupos de tamaño de gran propostos por Wentworth, (1922).

As metodoloxías establecidas para determinar a distribución granulométrica dunha mostra son sinxelas, de baixo custo e relativamente rápidas. Unha das máis utilizadas é peneirar as mostras (en húmido e/ou seco), que consiste en separar as principais fraccións utilizando mallas de diferente diámetro. Deste xeito coñeceremos a cantidade (en peso) de cada unha das clases de tamaño na nosa mostra. Esta técnica é ideal para sedimentos areosos e tratase da técnica principal utilizada nas confrarías.

Existen técnicas máis sofisticadas, pero tamén máis caras, como os analizadores de partículas baseados en difracción láser, que estiman o tamaño do sedimento en función do ángulo ao que se reflicte o láser sobre as partículas. Esta técnica úsase en sedimentos finos e cando necesitamos unha alta precisión nos resultados.

Para facilitar o tratamento dos datos de distribución granulométrica, utilízanse técnicas estatísticas que permiten obter un valor de tamaño representativo de toda a mostra. Así poderemos traballar con diferentes parámetros, como, por exemplo:

- **Tamaño medio:** é o tamaño de partícula media da mostra. Úsase para describir o tamaño dunha mostra cando a súa distribución granulométrica é normal.
- **Mediana ou percentil 50 (D50):** tamaño por enriba e por debaixo do cal están o 50 % das partículas da mostra. Úsase para describir o tamaño dunha mostra cando a súa distribución granulométrica non é normal.
- **Moda da distribución:** é o tamaño que teñen a maioría das partículas. En distribucións normais, a moda, a mediana e a media coinciden.
- **Selección:** refírese á variabilidade do tamaño de partículas dentro dunha mostra respecto ao valor da moda. Os sedimentos nos que a maioría dos grans teñen tamaño similar ou homoxéneo están ben seleccionados, mentres que os sedimentos nos que os grans da mostra dispoñen de tamaños heteroxéneos están mal seleccionados.

Existen ferramentas dispoñibles para calcular estes valores a partir da distribución de forma automatizada como o GRADISTAT (Blott & Pye, 2001).

Táboa 1. Porcentaxe de partículas retidas en peneiros con diferentes aberturas de malla para dúas mostras de sedimento. A abertura de malla está expresada en micras (μm) e phi (ϕ). M1= Mostra 1 (Camaxe, Febreiro 2024), M2= Mostra 2 (Lombos do Ulla, Febreiro 2024).

Abertura (μm)	Abertura (ϕ)	M1 (%)	M2 (%)
4000	-2	0	0
2000	-1	24.67	1.82
1000	0	18.79	10.30
500	1	17.16	44.94
250	2	17.75	11.12
125	3	15.47	21.49
63	4	3.75	2.41
<63	5	2.41	7.93

Os datos de tamaño pódense dar en mm ou en escala Phi (ϕ). A escala Phi facilita a comparación e a análise estatística das partículas sedimentarias. Foi proposta por Krumbein en 1934 para transformar unha escala de tamaño de gran exponencialmente crecente (en mm) nunha lineal que sexa máis fácil de manexar. A escala Phi destaca mellor as diferenzas nos sedimentos finos (arxilas, limos e areas finas), que son máis fáciles de analizar cunha escala lineal. As unidades Phi calcúlanse seguindo a seguinte formulación:

$$\text{Tamaño } \phi = -1 \times (\log_{10} [\text{tamaño mm}])$$

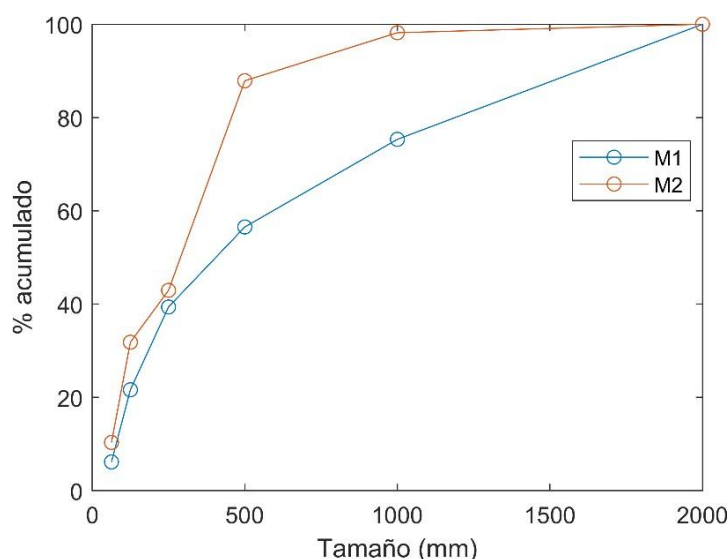


Figura 2. Distribución granulométrica (%) das dúas mostras de sedimento recollidas na táboa 1. A mostra 1 (M1, azul) foi recollida en Camaxe e a mostra M2 nos Lombos do Ulla, ambas durante Febreiro de 2024.

4. Influencia do tamaño de gran nos individuos de especies obxectivo de marisqueo

O tamaño de gran do sedimento determina características importantes do substrato que inflúen no desenvolvemento dos bivalvos, como a compactación, a oxixenación e o contido en materia orgánica ou metais pesados.

De xeito xeral, os sedimentos fangosos (compostos por limos e arxilas) caracterízanse por ser compactos, pouco oxixenados e ter alto contido en materia orgánica e maior concentración de metais pesados. Isto pode atribuírse a que os sedimentos finos teñen baixa porosidade que facilita a retención de auga e dificulta a súa circulación o que impide que se oxixenen. Ademais, os grans finos teñen unha gran superficie específica que favorece a adsorción da materia orgánica. A baixa oxixenación ralentiza a descomposición da materia orgánica, alterando o pH e o potencial redox nos ambientes fangosos. Pola contra os sedimentos areosos teñen baixa compactación, alta oxixenación e baixo contido en materia orgánica.

Así, tanto a velocidade de enterramento dos bivalvos como a profundidade á que se enterran estarán condicionadas polo tamaño de gran do sedimento (e a súa compactación e oxixenación) (Sassa et al., 2011). Estes dous parámetros (velocidade e profundidade) son factores cruciais para a supervivencia e ecoloxía dos bivalvos, xa que lles permite escapar de depredadores, reducindo o risco de ser capturados; favorece a resistencia ao impacto das ondas e correntes en ambientes intermareais, evitando ser arrastrados e permite que se sitúen no substrato de forma que optimice a súa alimentación e a osixenación do seu medio.

Ademais, existen estudos que indican que a taxa de crecemento dos bivalvos pode aumentar ou diminuír en función do tipo de fondo, como por exemplo, o maior crecemento da *Donax trunculus* L en areas medias-grosas (de la Huz et al., 2022).

Deste xeito, un enfangamento de zonas de extracción marisqueira podería xerar cambios no comportamento dos bivalvos.

5. Que estamos a facer

Dende o ano 2021, investigadores do Centro de Investigación Mariña (CIM) da Universidade de Vigo, en colaboración coas confrarías de Carril, Illa de Arousa e Cambados, e no marco do proxecto europeo TransformAr ("*Accelerating and upscaling transformational adaptation in Europe*", <https://transformar.eu/>), lévase a cabo un seguimento en determinadas zonas co obxectivo de obter información que indague no que mariscadores están recentemente observando. Están os bancos da Ría de Arousa enfangándose? e que consecuencias podería levar este cambio?

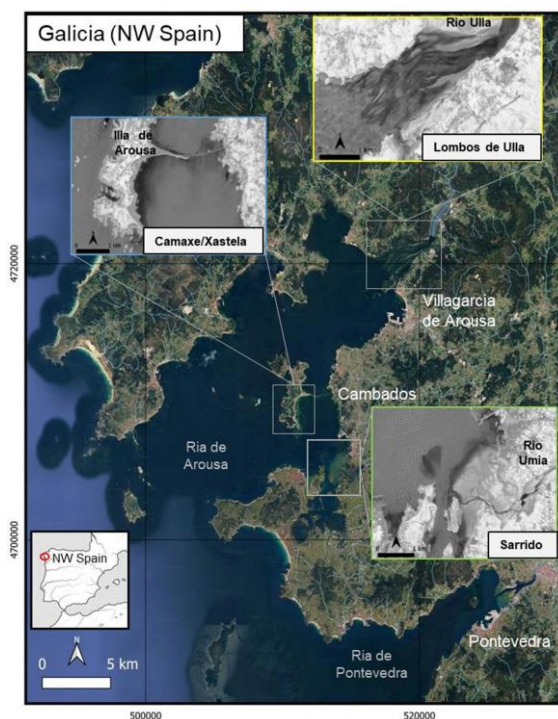


Figura 3. Localización dos bancos marisqueiros de estudo na Ría de Arousa.

Dende o CIM deseñouse una estratexia de seguimento rexistrando as características dos sedimentos de certos bancos na Ría co obxectivo de xerar unha base de datos a longo prazo que permita avaliar os procesos implicados na súa variabilidade. Ata a data, o noso traballo

centrouse en avaliar estacionalmente a calidade dos sedimentos de cada banco en alta resolución espacial a través da análise do tamaño de gran, contido en materia orgánica e concentración de metais pesados. En colaboración coas confrarías seleccionáronse tres zonas de actividade marisqueira (Figura 3) que difiren nos niveis de produtividade e na súa configuración xeográfica:

- **Lombos do Ulla:** situado na desembocadura do río Ulla, nos últimos anos leva arrastrando un decaemento na súa produtividade.
- **Camaxe e Xastelas:** situados no leste da Illa de Arousa, con menor influencia fluvial e con niveis de produtividade intermedios.
- **O Sarrido:** situado en Cambados, na desembocadura do río Umia, é un dos bancos de maior produtividade e rendibilidade da ría.

Os resultados preliminares das análises suxiren que a maior parte da variabilidade observada na composición dos sedimentos das mostras pode explicarse pola localización dos bancos na ría. Así, os sedimentos máis finos atópanse en xeral nos bancos do Sarrido e Lombos do Ulla, dada a súa proximidade ás desembocaduras dos ríos Umia e Ulla, respectivamente (Figura 4). Tamén se observan diferenzas na variabilidade da textura ao longo dos bancos, sendo nos Lombos o substrato máis homoxéneo e no banco de Camaxe o máis heteroxéneo.

No período de estudo, detectáronse pequenos cambios no contido de limo dos diferentes bancos. A variabilidade deste parámetro é lenta e, como xa apuntamos, asociada a procesos a medio-longo prazo, como os cambios nas precipitacións o nas condicións de correntes ou ondas. Por elo, será importante continuar a estratexia de seguimento máis alá da finalización do proxecto, xerando series históricas que permitan detectar estes cambios.

Seguindo as actuais políticas de acceso aberto na Ciencia europea, todo os datos de tamaño de gran obtidos están accesibles na plataforma ZENODO para a súa consulta e iranse actualizando conforme se realicen novas mostraxes (Bienzobas et al., 2024).

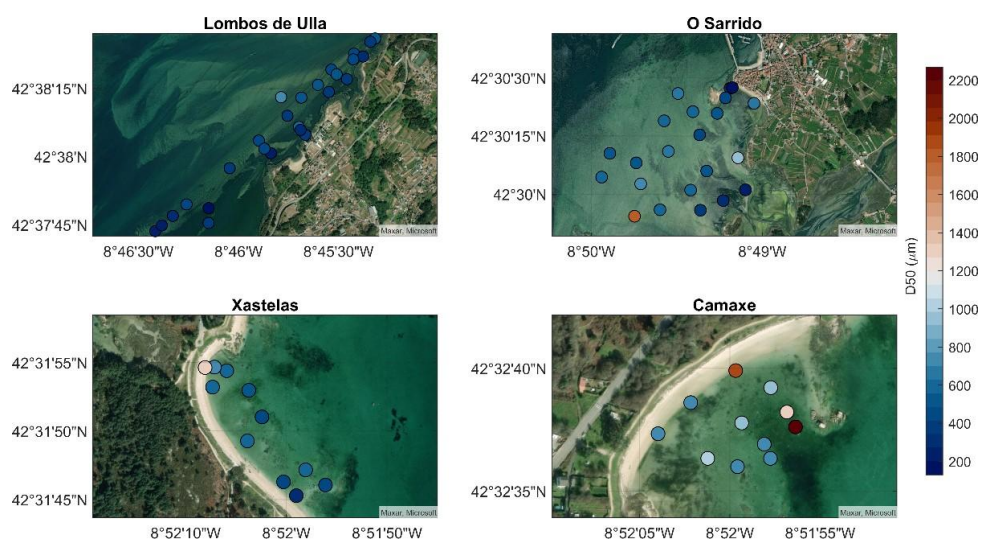


Figura 4. Tamaño de gran (mediana) dos sedimentos recollidos nos bancos de Lombos do Ulla, Camaxe, Xastelas e O Sarrido durante a campaña realizada en febreiro de 2024.

Agradecementos

Os autores agradecen ás Confrarías de Carril, Illa de Arousa e Cambados e aos seus auxiliares técnicos o seu apoio ao longo do desenvolvemento deste estudo, tanto asesorando na selección das áreas de traballo como pola posta a disposición de datos e información. Tamén agradecer a Julio Fernandes de Oliveira o seu apoio nas campañas decampo e a elaboración dalgunhas das figuras que ilustran este texto.

Este traballo foi financiado parcialmente pola Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro, REDEMAR, da Xunta de Galicia (PR004A 2022/006). Este traballo tamén foi financiado polo programa Horizonte da Unión Europea (H2020_101036683) e polo Ministerio de Ciencia e Innovación na convocatoria de transición ecolóxica e dixital (TED2021-129524B-I00).

Referencias

- ✚ Bienzobas, N., Fernandes de Oliveira, J., Guitián, J., Fontan Bouzas, A., & Bernabeu, A.M. (2024). Sediment grain size dataset of intertidal shellfish sandbanks within Ría de Arousa, Spain [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13133902>
- ✚ Blott, S. J., & Pye, K. (2001). GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth surface processes and Landforms*, 26(11), 1237-1248.
- ✚ Cerdeira-Arias, J. D., Otero, J., Barceló, E., Del Río, G., Freire, A., García, M., ... & Álvarez-Salgado, X. A. (2024). Environmental effects on abundance and size of harvested bivalve populations in intertidal shellfish grounds. *Marine Environmental Research*, 202, 106808.
- ✚ De la Huz, R., Lastra, M., & López, J. (2002). The influence of sediment grain size on burrowing, growth and metabolism of *Donax trunculus* L.(Bivalvia: Donacidae). *Journal of Sea Research*, 47(2), 85-95.
- ✚ Des, M., Fernández-Nóvoa, D., de Castro, M., Gómez-Gesteira, J.L., Sousa, M.C., Gómez-Gesteira, M., (2021). Modeling salinity drop in estuarine areas under extreme precipitation events within a context of climate change: Effect on bivalve mortality in Galician Rías Baixas. *Science of Total Environment*, 790, 148147.
- ✚ Macho, G., Woodin, S. A., Wetthey, D. S., & Vázquez, E. (2016). Impacts of sublethal and lethal high temperatures on clams exploited in European fisheries. *Journal of Shellfish Research*, 35(2), 405-419.
- ✚ Parada, J.M. 2024. Scientific-technical basis for shellfish ground conservation and restoration activities using an ecosystem-based approach. Os recursos mariños de Galicia. Serie técnica. 10. Xunta de Galicia.
- ✚ Consellería do Mar. Santiago de Compostela. 133 pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11076613>
- ✚ Parada, J. M., & Valverde, X. M. (2008). Natural mortality of the cockle *Cerastoderma edule* (L.) from the Ria of Arousa (NW Spain) intertidal zone. *Revista de biología marina y oceanografía*, 43(3), 501-511.
- ✚ Parada, J.M., Molares, J., Otero, X. (2012). Multispecies Mortality Patterns of Commercial Bivalves in Relation to Estuarine Salinity Fluctuation. *Estuaries and Coasts*, vol 35, 132- 142.
- ✚ Parada, J.M. 2024. Scientific-technical basis for shellfish ground conservation and restoration activities using an ecosystem-based approach. Os recursos mariños de Galicia. Serie técnica. 10. Xunta de Galicia. Consellería do Mar. Santiago de Compostela.133 pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11076613>
- ✚ Sassa, S., Watabe, Y., Yang, S., & Kuwae, T. (2011). Burrowing criteria and burrowing mode adjustment in bivalves to varying geoenvironmental conditions in intertidal flats and beaches. *PLoS one*, 6(9), e25041.
- ✚ Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The journal of geology*, 30(5), 377-392.