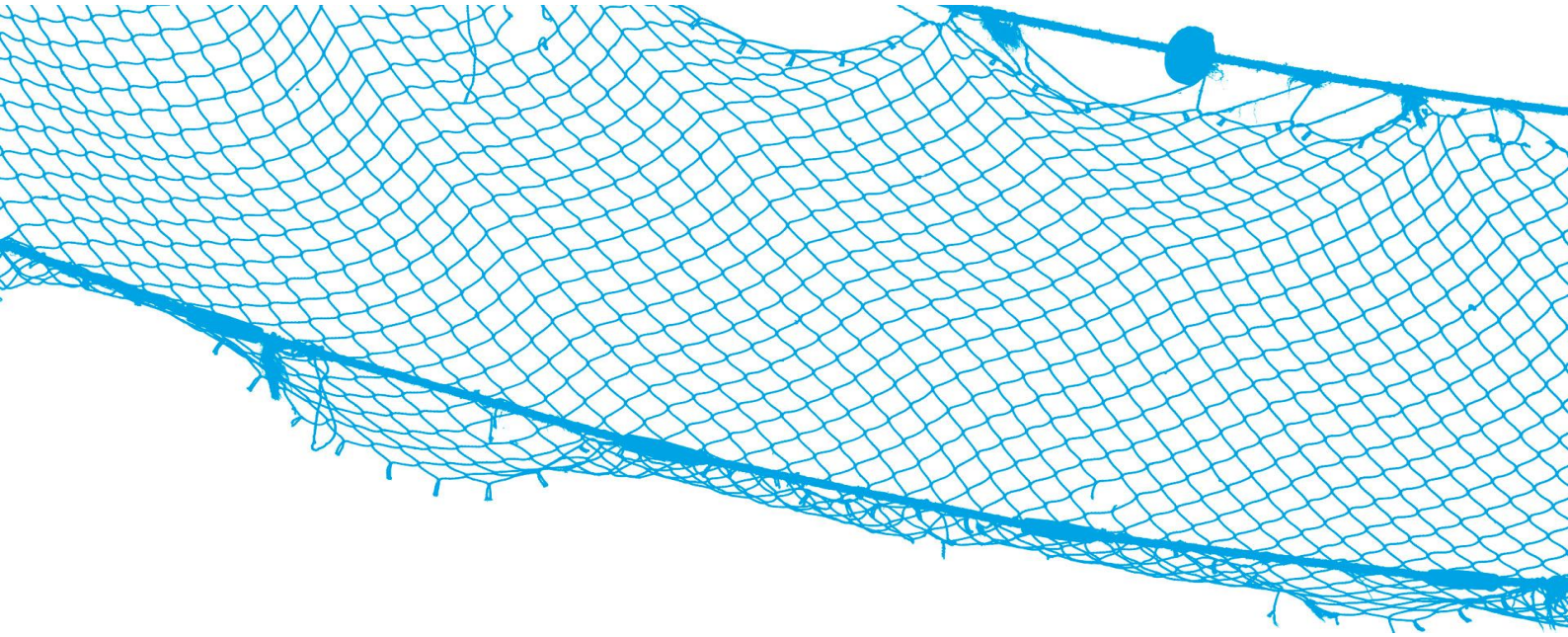

# BIOTOX: Toxicidade asociada a eventos de proliferación masiva de *Alexandrium minutum* nas rías galegas

**Eva Teira***, Rocío Blanca-Sújar, Alexandra Díaz-Alonso, Sofía Barros & Emilio Fernández, Centro de Investigación Mariña, Universidade de Vigo

Beatriz Reguera, Verónica Rey, Francisco Rodríguez, Pilar Riobó, Rosa Figueroa, Esther Velasco-Senovilla & Enrique Nogueira, Centro Oceanográfico de Vigo, Instituto Español de Oceanografía, Consejo Superior de Investigaciones Científicas

***Email: teira@uvigo.gal**

pescadeRías de onde se nan?

Xacobeo 2027

Cofinanciado pola Unión Europea

Fondos Europeos

O proxecto BIOTOX (2022-26) estudou os efectos das interaccións biolóxicas no desenvolvemento de microalgas tóxicas, en particular o dinoflaxelado *Alexandrium minutum*, produtor de toxinas paralizantes. Esta especie adoita proliferar en espazos protexidos da costa, a cotío durante épocas de estabilidade na primavera/verán.

Por exemplo, o 25 abril de 2023, esta especie formou unha marea vermella na parte interior da Ría de Pontevedra, en Campelo (Figura 1), unha importante zona de marisqueo. A superficie do mar tinguida de marrón-avermellado observouse nun área semiconfinada na parte norte da Ría (entre a Illa de Tambo e Campelo). Este caso foi de gran interese debido a que a estación de vixilancia de fitoplancto máis próxima da Xunta de Galicia atópase nun polígono de bateas de Combarro (ao fondo da imaxe).

Figura 1. Marea vermella de *Alexandrium minutum* en Campelo (25 abril 2023. Autor: F. Rodríguez).

A exame microscópica dunha mostra no porto de Campelo amosou a proliferación de *A. minutum*, con abundancias de ata 48-51 millóns de células por litro. O dinoflaxelado causante identificouse por microscopía e xenética.

A comezos de maio a marea vermella reduciu a súa extensión á parte interior da ensenada de Campelo. Daquela, a comunidade de fitoplancto contiña poboacións mixtas con outros dinoflaxelados (*Prorocentrum micans* e xéneros coma *Protoperidinium* máis *Dinophysis*). A mediados de maio a cor da proliferación deixou de ser visible a simple vista.

O marisco nas explotacións de moluscos infaunais de Campelo sufriu peches na súa explotación por biotoxinas paralizantes durante varias semanas. Ao longo da marea vermella colleitamos mostras para estudar os perfís de toxinas (i) no medio natural, (ii) cultivos de *A. minutum* no laboratorio e (iii) invertebrados da zona para coñecer a acumulación de toxinas paralizantes.

As toxinas atopadas en invertebrados mariños en Campelo (porto e praia) entre o 26 abril e 26 de maio amosaron unha diminución nos niveis de toxicidade ao longo dese período, con máximos en mexillóns de rocha colleitados no porto de Campelo o 27 abril. Tódalas mostras de mexillón analizadas superaron os límites establecidos na normativa da UE (800 *µg eq STX diHCl/kg). No caso das ameixas obtidas do intermareal (principalmente *Ruditapes philippinarum*) atopáronse tamén niveis elevados de toxinas o 10 de maio, e moderados noutros organismos atopados na área como caramuxos (*Phorcus lineatus*) e lapas (*Patella vulgata*). En canto aos croques (*Cerastoderma edule*), soamente foi posible acadar unha mostra o 26 maio (despois da marea vermella) e para entón os niveis de toxinas paralizantes xa non eran cuantificables mediante o método oficial da UE.

Por tanto, os invertebrados estudados durante o período da marea vermella acumularon toxinas de xeito significativo (en varios casos por riba dos límites de regulación), detectando toxicidade en invertebrados distintos aos moluscos bivalvos. Este resultado concorda con outros estudos nas Rías Baixas (Ben-Gigirey et al. 2020, Rey et al. 2025) e amosa o interese de analizar a acumulación de toxinas en diferentes organismos durante os eventos tóxicos para avaliar a súa acumulación no ecosistema, riscos potenciais e no seu caso medidas preventivas.

**Factores biolóxicos de control das proliferacións de *A. minutum*. I: bacterias.**

A estabilidade ambiental que favorece aos dinoflaxelados pode beneficiar o estabelecemento e persistencia de interaccións biolóxicas entre as microalgas e bacterias, que poden xogar un papel moi importante no desenvolvemento das proliferacións tóxicas. Porén, sabemos moi pouco sobre o impacto destes factores bióticos sobre as mareas vermellas.

Para descubrir como actúan ditos factores illamos varias cepas de *A. minutum* e de bacterias asociadas nos seus cultivos para realizar experimentos enfocados a explorar as interaccións entre ambos. Despois, en experimentos con cultivos mixtos (dinoflaxelados-bacterias) comparouse o crecemento do cultivo do dinoflaxelado por separado coa súa medra en presencia dunha das bacterias obtidas (xénero *Alteromonas*).

Os resultados amosaron que as bacterias do xénero *Alteromonas* favorecían o crecemento de *A. minutum* (Figura 2). Outras cepas bacterianas illadas durante BIOTOX serán comprobadas do mesmo xeito para identificar os efectos positivos ou negativos que producen en *A. minutum* da Ría de Vigo e avaliar o seu potencial como controis biolóxicos.

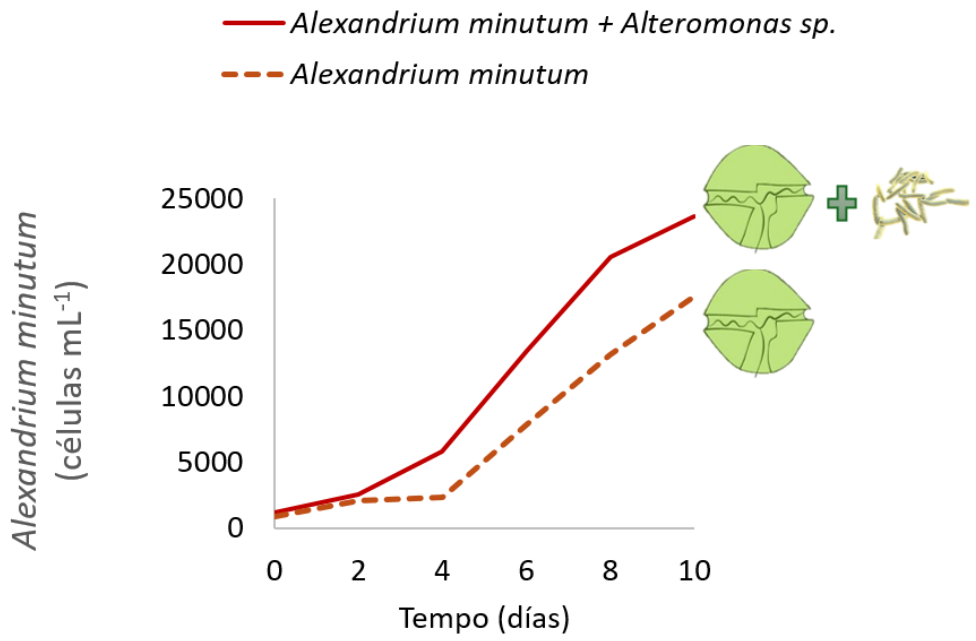


Figura 2. Crecemento de *Alexandrium minutum* con ou sen bacterias do xénero *Alteromonas*.

**Factores biolóxicos de control das proliferacións de *A. minutum*. II: interaccións alelopáticas entre *Zostera marina* e *Alexandrium minutum***

É ben coñecido o papel relevante das pradeiras de plantas acuáticas, do xénero *Zostera* (*Z. marina e Z. noltii*) e da especie *Cymodocea nodosa*, no bo estado dos ecosistemas costeiros e polo tanto na sostenibilidade dos recursos mariños. Estudos previos demostran tamén o seu potencial para controlar a medra de microalgas, en particular dinoflaxelados productores de toxinas. En BIOTOX comprobáronse as consecuencias da exposición a extractos de follas de *Z. marina* sobre cultivos de *A. minutum*. Os nosos resultados confirmaron o impacto negativo de *Z. marina*, mesmo causando a inhibición completa do crecemento do dinoflaxelado a niveis altos (realistas no medio natural), de concentración dos extractos (Díaz-Alonso et al., 2024).

Máis aló deste primer experimento, estudaronse as posibles diferencias entre exudados obtidos ao longo de distintas épocas do ano e zonas do intermareal.

Para iso realizáronse numerosos bioensaios combinando ambos factores, estimando a abundancia de *A. minutum* ao longo de 10 días. Neste caso, o efecto inhibitorio de *Z. marina* observouse nun 96 % dos experimentos. Os extractos das follas colleitados na zona superior do intermareal foron máis daniños para o dinoflaxelado, así como aqueles obtidos durante o outono. Estes resultados interpretáronse segundo o estrés ambiental ao que están expostas as plantas, asociado coa emersión e os cambios ligados ao seu crecemento estacional (Díaz-Alonso et al. 2026).

Varias cuestións fican abertas. Primeiro, confirmar se os resultados de laboratorio poden reproducirse en mostras naturais da propia Ría de Vigo. Sobre isto existen evidencias prometedoras en estudos noutras rexións do mundo.

Outros aspectos a estudar son coñecer se as bacterias asociadas a *Z. marina* xogan algún papel sobre o efecto negativo dos extractos das follas e identificar cales son as sustancias químicas responsables (producidas por *Z. marina* ou por ditas bacterias).

**Referencias**

Ben-Gigirey, B., Rossignoli, A. E., Riobó, P., & Rodríguez Hernández, F. J. 2020. First report of paralytic shellfish toxins in marine invertebrates and fish in Spain. Toxins, 12:723.

Díaz-Alonso, A., Rodríguez, F., Riobó, P., Álvarez-Salgado, X., Teira, E., Fernández, E. 2024. Response of the toxic dinoflagellate *Alexandrium minutum* to exudates of the eelgrass *Zostera marina*. Harmful Algae, 133: 102605.

Díaz-Alonso, A., Rodríguez, F., Pastoriza, J., Bhickta, C., Schwab, Y., Zubía, E., Álvarez-Salgado, X.A., Teira, E., Fernández, E. 2026. Seasonal and spatial variability of the deleterious Effect of *Zostera marina* exudates on the toxic dinoflagellate *Alexandrium minutum*. Marine Ecology Progress Series, 791:meps15188.

Rey V., Rossignoli A.E., Rodríguez F., Blanco J., Garrido S., Ben-Gigirey B. 2025. Evaluation of the prevalence of Paralytic Shellfish Toxins in non-traditional vectors and potential health risks associated to their consumption. Food Control, 176:111351.

## Agradecementos

A tódolos participantes do proxecto BIOTOX pola recollida de mostras e traballo analítico. Á tripulación dos buques R/V Mytilus e R/V Kraken pola súa asistencia no traballo do mar. O proxecto financiouse polo Ministerio de Ciencia e Innovación de España (PID2021-125643OB-C21 e PID2021-125643OB-C22).