Revista de Estudos Miñoráns
número 25 (2026)
ISSN: 2340-2644

Acción alelopática de *Zostera noltii* sobre *Alexandrium minutum*[1]

Gloria Calero Iglesias, Jaime Domínguez Trapero & Marcos Lago Álvarez

Autor para correspondencia: marcoslago@edu.xunta.gal
Como citar este artigo: Calero Iglesias, G., Domínguez Trapero, J. & Lago Álvarez, M. (2026). Acción alelopática de *Zostera noltii* sobre *Alexandrium minutum*. *Revista Estudos Miñoráns* 25: 20-28

Resumo

O dinoflaxelado *Alexandrium minutum* é un dos principais responsables das mareas tóxicas en Galicia, xerando toxinas que se acumulan en bivalvos e poden afectar á saúde humana, ademais de causar importantes perdas económicas no sector marisqueiro. O noso estudo investigou a posible acción alelopática da fanerógama mariña *Zostera noltii* sobre o *A. minutum*, co fin de explorar unha ferramenta natural para controlar as proliferacións tóxicas deste microorganismo. Para isto deseñáronse, con mostras do Esteiro da Foz (Nigrán) e a praia da Ladeira (Baiona), dous tratamentos experimentais: *Z. noltii* coa súa microbiota natural e *Z. noltii* tratada con antibióticos, para eliminar bacterias asociadas. Os resultados obtidos tras un reconto manual e outro por citometría foron que a *Zostera noltii* exerce un efecto inhibidor directo sobre *A. minutum*, independentemente das bacterias asociadas. Á súa vez, observouse unha correlación no crecemento poboacional entre *A. minutum* e as bacterias do seu ambiente, que dependen do dinoflaxelado para crecer adecuadamente.

A *Zostera noltii* podería xogar un papel relevante na mitigación das mareas tóxicas en Galicia grazas á súa capacidade de alelopática. Estes achados abren novas vías de investigación para o control natural de microalgas tóxicas, co potencial de reducir impactos ecolóxicos e económicos.

Palabras clave: *Alexandrium minutum*, *Zostera noltii*, Esteiro da Foz, Nigrán praia da Ladeira, Baiona, mareas vermellas, alelopatía.

Abstract

The dinoflagellate *Alexandrium minutum* is one of the main causes of toxic tides in Galicia, generating toxins that accumulate in bivalves and can affect human health, in addition to causing significant economic losses in the shellfish sector. Our study investigated the possible allelopathic action of the marine phanerogam *Zostera noltii* on *A. minutum*, in order to explore a natural tool to control the toxic proliferation of this microorganism. For this, two experimental treatments were designed, with samples from the Esteiro da Foz (Nigrán) and the beach of Ladeira (Baiona): *Z. noltii* with its natural microbiota and *Z. noltii* treated with antibiotics, to eliminate associated bacteria. The results obtained after a manual count and one by cytometry were that *Zostera noltii* exerts a direct inhibitory effect on *A. minutum*, independently of the associated bacteria. In turn, a correlation was observed in the population growth between *A. minutum* and the bacteria in its environment, which depend on the dinoflagellate to grow properly.

Zostera noltii could play a relevant role in mitigating toxic tides in Galicia thanks to its allelopathic capacity. These findings open new avenues of research for the natural control of toxic microalgae, with the potential to reduce ecological and economic impacts.

Keywords: *Alexandrium minutum*, *Zostera noltii*, Foz estuary, Nigrán, Ladeira beach, Bayonne, red tides, allelopathy.

1 O presente artigo foi presentado como proxecto no Bacharelato de Excelencia en Ciencias e Tecnoloxía (STEMbach) no IES Primeiro de Marzo de Baiona no curso 2023-24. Actuaron como titores Alexandra Díaz Alonso e Eva Teira González (Departamento de Ecoloxía e Bioloxía Animal da Fac. de Ciencias do Mar da Universidade de Vigo).

Introdución

As floracións de algas nocivas (FAN) aumentaron de forma considerable nas últimas décadas, tanto na súa frecuencia como na súa distribución xeográfica (Díaz-Alonso *et al.*, 2024). Como se demostrou en investigacións anteriores, isto débese ao incremento de diversos factores nos que están incluídos a acuicultura, a entrada de nutrientes ás augas por actividades humanas ou as condicións climáticas extremas que ocorren cada vez con máis frecuencia (Hallegraeff *et al.*, 2021). Augúrase un próximo aumento das FAN en máis áreas costeiras.

Estas FAN teñen amplos efectos negativos para os organismos e ecosistemas acuáticos, coma a produción de toxinas, a redución da concentración de osíxeno na auga, a irritación mecánica de branquias e as infeccións bacterianas en peixes. Se observamos os efectos negativos que as FAN poden ter nos seres humanos, destacan as perdas económicas na pesca, industrias derivadas e no turismo. Centrándonos en Galicia (Noroeste de España) debido á súa gran produción de marisco, as FAN poden causar perdas económicas desastrosas para a economía galega. Porén, estas algas nocivas non causan mortes en organismos acuáticos, aínda que son un perigo sanitario debido á súa posible distribución mediante produtos alimentarios contaminados (Hallegraeff, 2004).

As biotoxinas producidas polas FAN son incoloras, mais o fitoplancto pode tinguir a auga se alcanza densidades altas, dando lugar ao que se coñece popularmente como mareas vermellas. A cor característica deste fenómeno natural provén de pigmentos fotosintéticos que conteñen tanto as especies de fitoplancto tóxicas coma as non tóxicas. Os estudos sobre as mareas vermellas son extensos nas rías galegas, debido aos estragos nas actividades acuícolas que causan, a pesar da súa curta duración nas mesmas debido ás correntes dinámicas (Rodríguez-Hernández *et al.*, 2022).



Figura 1. Marea vermella producida por *Alexandrium minutum* na praia de Samil (Vigo) en xuño de 2018. Tomada de https://fitopasion.com/2018/07/marea-roja-de-alexandrium-minutum-en-galicia.html

A especie de dinoflaxelados *Alexandrium minutum* é un dos principais causantes destas mareas vermellas (Figura 1) en Galicia. O seu crecemento está afectado por diversos factores químicos, biolóxicos e físicos (Díaz-Alonso *et al.*, 2024). Estudos recentes onde se investigou a secuenciación de ADN demostraron a existencia de microbiomas específicos asociados ás microalgas que poderían afectar ás FAN e á súa produción de toxinas. Ademais, tamén se poden ver afectados por depredadores e/ou parasitos (Albinsson *et al.*, 2014; Velo-Suarez *et al.*, 2013; Kang *et al.*, 2021).

Investigacións anteriores realizadas en pradarías de plantas mariñas suxiren que existen interaccións entre os dinoflaxelados planctónicos e as anxiospermas mariñas, xa que compararon as poboacións de dinoflaxelados en zonas con prados de *Zostera marina* e zonas afastadas deles, tendo como resultado unha variación na cantidade de dinoflaxelados que presentaban ambas zonas, aumentando nas zonas afastadas das colonias da fanerógama (Jacobs-Palmer *et al.*, 2020). Analizando os resultados presentados por estes estudos pódese propoñer a hipótese de que os prados de plantas mariñas poderían ter un efecto alelopático negativo sobre os dinoflaxelados. Porén, este efecto alelopático pode vir dos compostos fenólicos que conteñen as especies de *Zostera* (Díaz-Alonso *et al.*, 2024) ou das bacterias alguicidas que, segundo varios estudos, albergan os prados de plantas mariñas (Onishi *et al.*, 2013).

Este tipo de interaccións constitúen un exemplo de alelopatía. A alelopatía defínese como unha interferencia no crecemento e xerminación dun individuo provocada por substancias producidas por outro individuo diferente. Os efectos alelopáticos poden ser positivos ou negativos, e directos ou indirectos segundo a concentración de substancias. Os danos que poden chegar a provocar varían segundo as especies e variedades, os residuos e afectados, a cantidade, o lugar, o clima, a súa actividade microbiana e outras características (Blanco, 2006).

A *Zostera noltii* (Figura 2, ceba ou seba en galego) é unha fanerógama mariña que habita en augas salinas de Europa e África. As pradarías que forma son beneficiosas en moitos aspectos. Por exemplo, a *Zostera* axuda á xeración de hábitats axeitados para o desenvolvemento e reprodución da fauna mariña, pois serven de alimento e lugar onde agocharse, ademais de ser uns dos principais xeradores de osíxeno a base de consumir dióxido de carbono, polo que axuda na redución do quecemento global (Jacobs-Palmer *et al.,* 2020). Estas pradarías tamén axudan a manter o equilibrio sedimentario do litoral, protexen a costa contra a erosión, diminúen a turbidez da auga e límpana de contaminantes. Moitas aves mi-

gratorias as utilizan como zonas de descanso e fonte de alimento durante as súas viaxes. Actualmente, non existen moitos estudos nin investigacións acerca da orixe do efecto alelopático destas plantas mariñas sobre os dinoflaxelados. Algúns estudos, como os de Harrison & Chan (1980) e Laabir *et al.* (2013), probaron o efecto de extractos de plantas mariñas sobre cultivos de dinoflaxelados planctónicos, observando efectos negativos no seu crecemento e morfoloxía. Non obstante, nestes estudos as plantas foron tratadas de maneira agresiva (secadas, fervidas e disoltas) para obter os extractos, o que podería alterar a composición dos compostos en comparación co que se libera naturalmente no medio ambiente. Pola outra banda, Ben Gharbia *et a*l. (2017) estudaron o efecto alelopático da *Zostera noltii* sobre o dinoflaxelado *A. pacificum* botando anacos de planta intacta, confirmando que as plantas inhiben os dinoflaxelados. O estudo de Díaz-Alonso *et al.* (2024), utilizando exudados naturais das plantas sen sometelas a procesos agresivos de extracción, demostrou un efecto alelopático cara á especie *Alexandrium minutum* proveniente das substancias liberadas (exudadas) pola *Zostera marina,* aínda que non aclara se a orixe destas substancias é a propia planta ou a microbiota asociada que habita na súa superficie.

A nosa hipótese é que a causante deste efecto alelopático é a propia planta e, polo tanto, o efecto non depende da microbiota que habita na superficie da planta. Para probar a nosa hipótese, o obxectivo desta investigación é estudar se as bacterias do microbioma da *Z. noltii* son ou non as causantes da inhibición do crecemento de *A. minutum*. Para levalo a cabo, deseñamos un experimento no que usamos plantas intactas e plantas tratadas con antibióticos, para comparar o efecto sobre o crecemento dun cultivo de *A. minutum***.**

Material e métodos

Para a realización da investigación foi necesaria a axuda da Universidade de Vigo, xunto coas titoras da universidade, Alexandra Díaz Alonso e Eva Teira González. Os puntos de recollida das mostras de *Zostera noltii* foron a praia da Ladeira, situada en Baiona (Pontevedra, Galicia, España) e o Esteiro da Foz, situado na Ramallosa (Pontevedra, Galicia, España). O cultivo de *Alexandrium minutum* empregado na investigación é unha cepa illada no IEO de Vigo nunha proliferación de *A. minutum* aparecida na Ría de Vigo no 2018, cuxo código é VGO1436 (cepa S1 en Ben-Gigirey *et al.*, (2020)). O procedemento que seguimos foi guiado polas nosas titoras.

Os métodos, materiais e especies que se empregaron neste traballo son os seguintes:

Descrición das especies do bioensaio

Zostera noltii Hornem.

Fanerógama mariña de porte herbáceo de ata 25 cm de lonxitude. Presenta rizomas con nós e raíces que forman fascículos; talos con follas e con flores pouco ramificados; follas de ata 25 cm de lonxitude diferenciadas en limbo e vaina, de ata 1mm de ancho; nervios paralelos (de 1 a 3); flores hermafroditas; sementes elipsoidais finalmente estriadas e pardas.

Habita en esteiros, marismas, fondos fangosos e areosos de ata 20 m de profundidade. Presente na costa atlántica española e no mediterráneo. Esta especie é máis frecuente que *Z. marina* e é especialmente abondosa no substrato fangoso intermareal próximo a desembocaduras de ríos. As mostras de *Z. noltii* foron recollidas de dúas zonas con diferente salinidade.

Na praia da Ladeira (Figura 3), moi exposta ao océano, nunha pequena poboación, con plantas dunha cor verde máis brillante e follas máis pequenas. Pola contra, as mostras recollidas do Esteiro da Foz (Figura 4), con maior influencia de augas fluviais, cun solo moi fangoso, estaban agrupadas en colonias bastante máis grandes. As plantas presentaban unha cor máis escura, observándose poboacións cunha cor marrón (Figura 4), feito non detectado na localización de Ladeira (Figura 3).

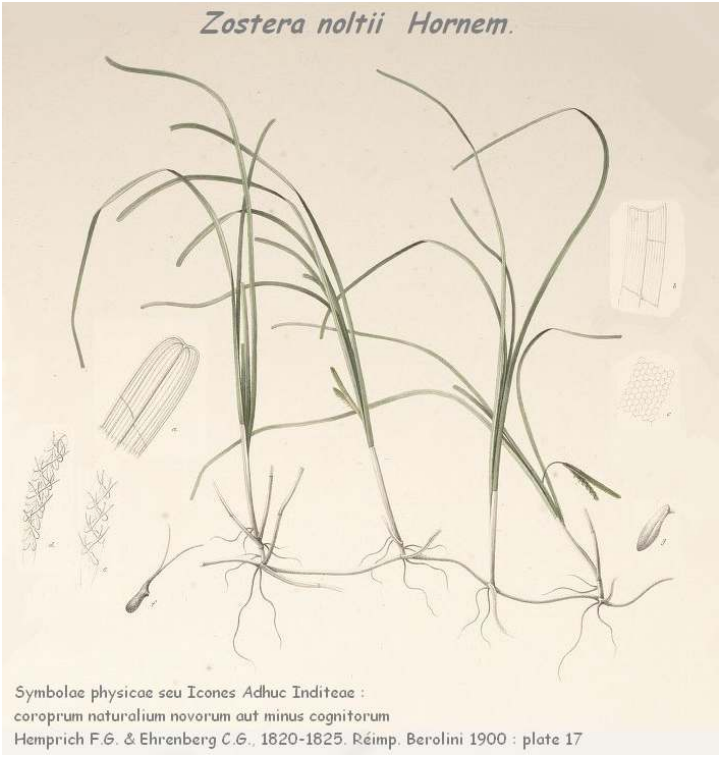


Figura 2. Ilustración de *Zostera noltii* tomada de De Hemprich & Ehrenberbg (1899). Book, Dominio público, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9759681



Figura 3. Pradaría de *Zostera noltii* na praia da Ladeira.



Figura 4. Pradaría de *Zostera noltii* no Esteiro da Foz.

Alexandrium minutum Halim.

A. minutum é un dinoflaxelado tóxico (Figura 5). Estas células son de forma esférica e de tamaño pequeno, de 15 a 29 µm de diámetro. A célula é de cor marrón verdosa cunha teca (Fig. 6). Pequenos detalles sobre esta teca diferencian a *A. minutum* doutras especies de *Alexandrium*. Os quistes de *A. minutum* teñen unha forma dende esférica ata lixeiramente aplanada, e dende circulares cando se ven dende arriba ata ovaladas en vista lateral.

Obtención de mostras

Na figura 7 móstranse os lugares de procedencia das plantas: Esteiro da Foz (42°07'18.9" N 8°49'07.9"W) e praia da Ladeira (42°06'47.3" N 8°50'09.7"W) o 24/04/2024.

No noso estudo recolléronse plantas de *Z. noltii* (Figura 8) de dúas zonas diferentes (Figura 7), e fixéronse dous grupos para cada zona. Un grupo de plantas tratouse cunha mestura de antibióticos de amplo espectro, co obxectivo de eliminar as bacterias que habitan na superficie desta especie, mentres que

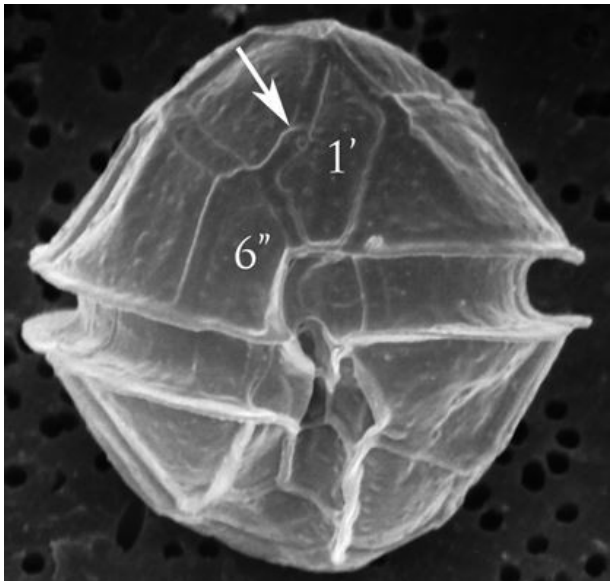


Figura 5. Foto de *Alexandrium minutum* a microscopía electrónica de barrido. Tomada de https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompendium.107755

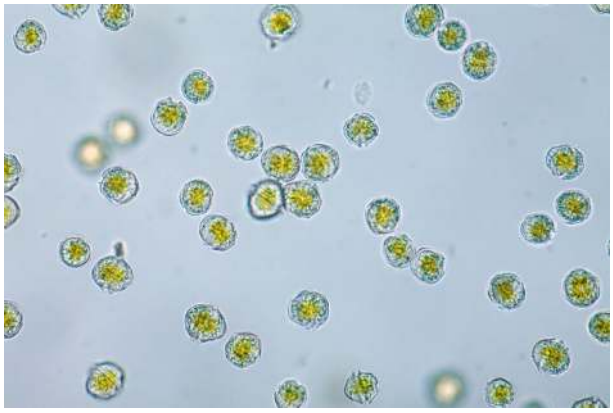


Figura 6. *Alexandrium minutum* a 400x, procedente da mostra de marea vermella de Samil (28 de xuño de 2018). Tomada de https://fitopasion.com/2018/07/marea-roja-de-alexandrium-minutum-en-galicia.html

o outro grupo non se tratou cos antibióticos, conservando o microbioma bacteriano. Posteriormente as diferentes plantas introducíronse en matraces que contiñan un cultivo de *A. minutum*. Cada tratamento realizouse por cuadriplicado, incluíndo as plantas dos dous sitios tratadas ou non con antibiótico máis un tratamento control (no que non se engadiu ningunha planta).O crecemento do dinoflaxelado foi seguido nos cinco tratamentos durante 14 días, tomando mostras regularmente para estimar o número de células. Este deseño permite chegar a unha conclusión acerca de se o causante da inhibición ao dinoflaxelado provén da microbiota ou da propia planta. Ao noso saber, non existen estudos anteriores que respondan á mesma pregunta que realizamos neste proxecto, centrándonos no efecto alelopático que presenta *Zostera noltii* sobre *Alexandrium minutum*.



Figura 7. Mapa de localización das dúas zonas de recollida de mostras de *Zostera*.

- Punto de recolección na Ladeira (L)
- Punto de recolección no Esteiro da Foz (F)

Preparación do bioensaio

O procedemento continuou no laboratorio do Grupo de Oceanografía Biolóxica da Universidade de Vigo, onde se realizou unha limpeza manual con auga de mar filtrada a través dun tamaño de poro de 0,22 µm autoclavada e, posteriormente, dividimos as mostras de cada localización en dous grupos diferenciados, colocándoas nun vaso de precipitados diferente con 850 ml de auga de mar filtrada cada unha. Un grupo de cada localización foi tratado con 2 ml dunha mestura de tres antibióticos (Figura 11) diferentes: 0,02 ml de penicilina (5000 unidades/ml), estreptomicina (6300 unidades/ml) e neomicina (6000 unidades/ml). Tras este procedemento todas as mostras foron gardadas nun espazo pechado a 15ºC, debido a que esta era a temperatura da auga do mar na Ría de Vigo nas datas nas que se realizou o bioensaio.

A iluminación que recibían as mostras axustouse ao ciclo luz/escuridade da estación na que se realizou o experimento. Ademais, os matraces que contiñan as



Figura 8. Exemplares de *Z. noltii* no Esteiro da Foz.



Figura 9. Matraces coas mostras na cámara de incubación.

mostras foron osixenados durante 48 horas para asegurar as condicións adecuadas para as plantas. Posteriormente a *Zostera noltii* foi sacada dos vasos de precipitados e limpada outra vez con auga de mar filtrada para retirar os restos de antibióticos, retirándoselle tamén os rizomas. (Figura 10).

A continuación separáronse 4 grupos de cada localización e tratamento, asegurando que o seu peso fose semellante (entre 150 e 200 mg de *Z. noltii)*. Tras facer os grupos, colocouse cada un nun matraz diferente, tendo como resultado catro matraces con *Zostera* recollida en Ladeira sen tratar con antibióticos (l-Ab), catro ma-



Figura 10. Proceso de manipulación e separación dos rizomas dos exemplares de *Z. noltii*.

traces con *Zostera* recollida en Ladeira tratada con antibióticos (l+Ab), catro matraces con *Zostera* do Esteiro da Foz sen tratar con antibióticos (f-Ab), catro matraces con *Zostera* do Esteiro da Foz tratada con antibióticos (f+Ab) e catro matraces de control (C) con soamente cultivo madre de *Alexandium minutum*, tendo como resultado vinte matraces en total (Figuras 12, 13).

Estes matraces mantivéronse a 19ºC, durante 14 días, xa que esa é a temperatura á que se manteñen os cultivos de *Alexandrium minutum* na Universidade de Vigo, cun fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuridade (Figura 9).



Figura 11. *Zostera noltii* sendo osixenada tras os tratamentos.

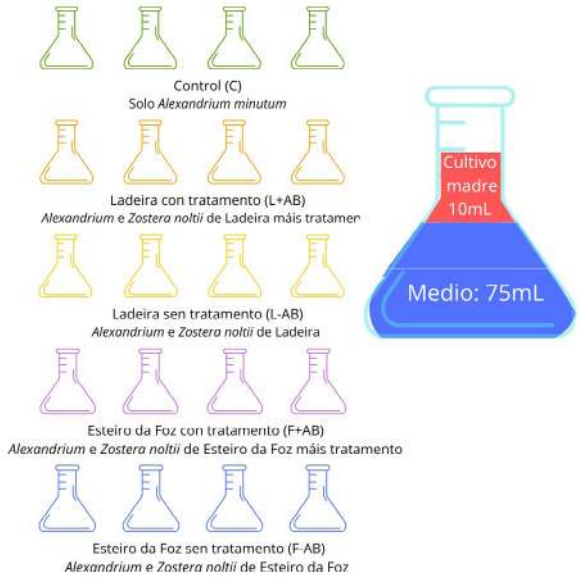


Figura 12. Esquema do deseño experimental.
Á dereita: volumes de inóculo e medio de cultivo. Á esquerda: tratamentos no bioensaio: C: control (só co cultivo de *Alexandrium*); L+AB: con *Zostera* de Ladeira previamente tratada con antibiótico; L-AB: con *Zostera* de Ladeira, sen tratamento de antibiótico; F+AB: con *Zostera* de A Foz previamente tratada con antibiótico; F-AB: con *Zostera* de A Foz sen tratamento de antibiótico.

Durante o bioensaio tomáronse mostras de 2 ml (Figura 14) dos matraces nos días 0, 3, 6, 10, 12 e 14, que foron fixadas con lugol para o reconto posterior do número de *Alexandrium* a microscopio. Por outra banda, os días 0, 6 e 14 tomáronse mostras de 1 ml en crioviais, que foron fixadas con P+G (mistura de paraformaldehido e glutaraldehido), crioxenizadas sumerxindo os viales en nitróxeno líquido e conservadas a -80 ºC para o posterior reconto de bacterias cun citómetro de fluxo.

Proceso de reconto

Unha vez tivemos todas as mostras, comezamos o proceso de reconto (figura 15), cun microscopio, unha placa de reconto Sedgewick Rafter de 1ml de capacidade e un contador. Todas as mostras foron contadas dúas veces por dúas persoas distintas e fixemos as medias en cada unha (Figura 16).

Para o cómputo de bacterias en cada mostra utilizamos citometría de fluxo. Os materiais necesarios para este proceso foron un citómetro (CytoFLEX S, Beckman Coulter) e o tinte de ácidos nucleicos SYBR Green.

Tratamento de datos

Tras finalizar o reconto procedeuse á interpretación dos datos mediante análise estatística.

O estudo das diferenzas entre os datos de abundancias acumuladas de *A. minutum* nos diferentes tratamentos fíxose a través dun test non paramétrico, a Proba da Mediana, debido a que os datos non seguían unha distribución normal; mesmo aplicando logaritmos segue a saír $p<0.05$ coa proba K-S**.** Tamén calculamos a área acumulada de *Alexandrium* ao longo do tempo para ter unha mellor perspectiva da súa evolución durante o ensaio.



Figura 13. Matraces preparados do bioensaio coa *Zostera noltii* e *Alexandrium minutum.*
Á esquerda: control.
Á dereita: Esteiro da Foz e Ladeira, con e sen tratamento de antibióticio.

Resultados e discusión

Como podemos observar a partir do gráfico da Figura 16, no caso do control hai un aumento progresivo de *A. minutum* co paso dos días ata chegar ao día 12, onde decrece significativamente a súa poboación.

No caso das mostras que contiñan *Z. noltii* pode observarse unha clara diminución da cantidade de *A. minutum* respecto das mostras de control tanto nas plantas tratadas con antibiótico como nas non tratadas.

Na Figura 17 móstrase unha gran diferenza entre os tratamentos con *Z. noltii* e o control. Vese tamén que a presenza ou non da microbiota que foi eliminada non é necesaria para producir o efecto alelopático. O efecto do tratamento sobre a abundancia acumulada de *A. minutum* foi significativo (táboa 1). Todos os



Figura 14. Material de recolección de mostras.

tratamentos de adición de *Z. noltii* tiveron un efecto significativo respecto ao control (táboa 2). Ademais, o tratamento con antibióticos afectou significativamente ao impacto de *Z. noltii* sobre o cultivo de *A. minutum*.

Os resultados do test estatístico confirman que todos os tratamentos inhiben o crecemento, e que a *Z. noltii* da Praia da Ladeira non ten diferenzas significativas coa do Esteiro da Foz á hora de inhibir a proliferación de *Alexandrium minutum*. Non hai diferenzas

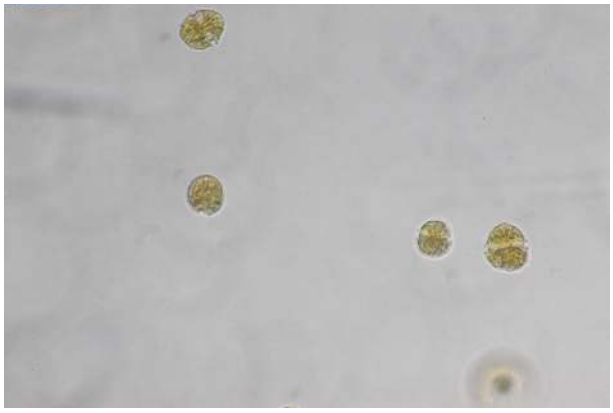


Figura 15. Cultivo de *Alexandrium minutum* visto a microscopio óptico (400x). Proceso de revisión de viabilidade e concentración do cultivo nai.

notables relacionadas co tratamento antibiótico, excepto na *Zostera* do Esteiro da Foz que si que presenta unha menor inhibición no tratamento con antibiótico ca co tratamento sen antibiótico.

Como se representa na Figura 18, o desenvolvemento bacteriano é moito maior nas mostras de control (C: sen *Zostera*) que no resto (con *Zostera*), o que pode indicar que o *A. minutum* estimula o crecemento das bacterias. Estes resultados, nos que se observa un patrón de crecemento e decrecemento das bacterias moi parecido ao de *A. minutum*, suxiren unha relación entre o crecemento das bacterias e o do dinoflaxelado. Porén, ao ser maior a abundancia bacteriana no control, que non ten tratamento antibiótico, demostra que o efecto negativo que presenta a fanerógama mariña sobre o dinoflaxelado non parece estar asociado á competición por nutrientes entre as bacterias e o *A. minutum*. Á súa vez, estes datos poderían indicar que o decrecemento da poboación bacteriana nas mostras sen tratamento débese á inhibición do *A. minutum* por parte da *Zostera noltii* e non dunha inhibición das mesmas por parte da planta mariña.

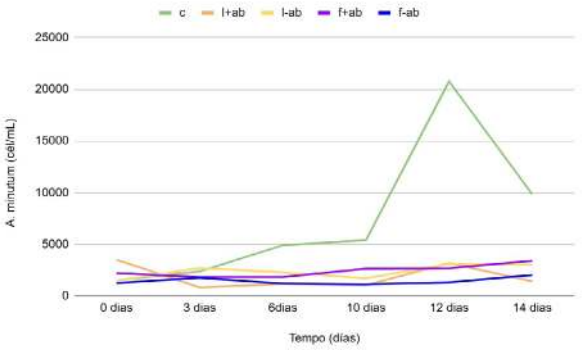


Figura 16. Valores de *Alexandrium minutum* por reconto a microscopio segundo os tratamentos ao longo do tempo de experimentación (14 días).

A maior inhibición do crecemento de *A. minutum* detectada no Esteiro da Foz no tratamento sen antibióticos fronte ao tratamento con antibióticos (Figura 18, táboa 2), podería deberse á presenza de microorganismos alguicidas no Esteiro da Foz que non están presentes na Praia da Ladeira.

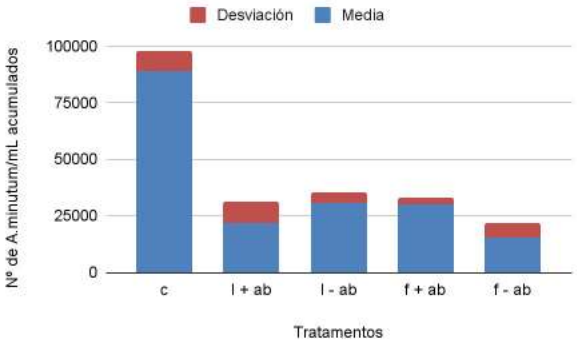


Figura 17. Abundancia de células acumuladas ao longo do experimento e a desviación típica.

Nº total mostras	20
Mediana	10,315
Estatístico de proba	10,000[a]
Grao de libertade	4
Sig. asintótica (proba bilateral)	,040

Táboa 1. Resumo da proba de mediana de mostras independentes
a. Máis do 20% das casillas teñen valores esperados menores que cinco.

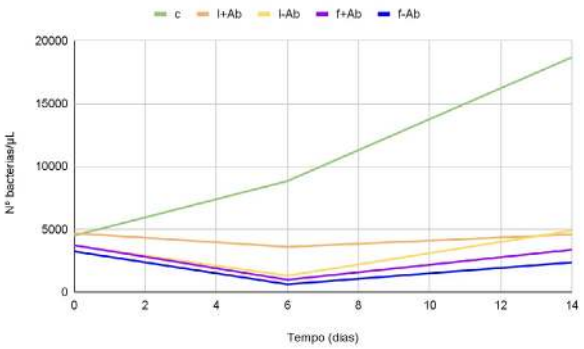


Figura 18. Abundancia bacteriana en cél./µL *segundo o tratamento ao longo do tempo de experimentación (14 días).*

Ao comparar a abundancia de *A. minutum* no control cos tratamentos con *Z. noltii* podemos afirmar que a inhibición foi causada maiormente pola propia *Zostera* ou cando menos da súa microbiota non bacteriana, se ben no caso das plantas do Esteiro da Foz a presenza dunha comunidade activa de bacterias parece engadir un efecto negativo sobre o dinoflaxelado. Outros autores xa atoparon substancias bactericidas en fanerógamas mariñas (Díaz-Alonso *et al.* 2024).

É moi posible que o microbioma das plantas no Esteiro da Foz sexa diferente ao microbioma das plantas da Ladeira, polo que non se pode descartar a presenza de bacterias con actividade alguicida que contribúan a limitar o crecemento de *A. minutun.* No estudo de Díaz-Alonso *et al.* (2024), ao contrario do que apuntan os nosos resultados con *Z. noltii,* atópase unha estimulación do crecemento das bacterias por parte de *Z. marina*.

Mostra 1	Mostra 2	Estatístico de proba	Sig.	Sig. axust.a
f-AB	l+AB	2,000	,157	1,000
f-AB	f+AB	8,000	,005	,047
f-AB	l-AB	2,000	,157	1,000
f-AB	C	8,000	,005	,047
l+AB	f+AB	2,000	,157	1,000
l+AB	l-AB	2,000	,157	1,000
l+AB	C	8,000	,005	,047
f+AB	l-AB	2,000	,157	1,000
f+AB	C	8,000	,005	,047
l-AB	C	8,000	,005	,047

Táboa 2. Comparacións por parellas (mediana) da abundacia de A. minutum. Os valores de significación foron axustados mediante a corrección Bonferroni para varias probas.
Cada fila proba a hipótese nula que as distribucións da Mostra 1 e a Mostra 2 son iguais.
Amósanse as significacións asintóticas (probas bilaterais). O nivel de significación é de,050.

Conclusións

A partir do noso estudo podemos concluír que:

1-Confirmamos o efecto inhibitorio da fanerógama mariña *Zostera noltii* sobre o dinoflaxelado *Alexandrium minutum*.

2- A partir do tratamento con antibióticos para a eliminación do compoñente bacteriano da microbiota presente sobre *Z. noltii*, podemos concluír que este pode ter un efecto inhibitorio, de menor magnitude que o da planta con tratamento antibiótico, no crecemento do dinoflaxelado no Esteiro da Foz.

3- A partir do estudo do desenvolvemento bacteriano ao longo do bioensaio, podemos deducir que está asociado ao crecemento do dinoflaxelado. Ademais, os resultados indican que a inhibición de *A. minutum* en presenza de *Zostera noltii* non se debe a un sobrecrecemento de bacterias.

Bibliografía

Albinsson, M.E., Negri, A.P., Blackburn, S.I. & Bolch, C.J.S. (2014). Bacterial community affects toxin production by *Gymnodinium catenatum*. *PLOS One*, vol 9 (8). https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0104623

Ben Gharbia, H., Kéfi-Daly Yahia, O., Cecchi, P., Masseret, E., Amzil, Z., Herve, F., Rovillon, G., Nouri, H., M'Rabet, C., Couet, D., Zmerli Triki, H., Laabir, M. (2017). New insights on the species-specific allelopathic interactions between macrophytes and marine HAB dinoflagellates. *PLoS One 12*, e0187963. https://doi.org/10.1371/journal.pone.018796

Ben-Gigirey, B., Rossignoli, A. E., Riobó, P., & Rodríguez, F. (2020). First Report of Paralytic Shellfish Toxins in Marine Invertebrates and Fish in Spain. *Toxins*, *12*(11): 723. https://doi.org/10.3390/toxins12110723

Blanco, Y. (2006). La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 27(3): 5-16. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215825001

Díaz-Alonso, A.; Rodríguez, F.; Riobó, P.; Álvarez-Salgado, X.; Teira, E. & Fernández, E. (2024). Response of the toxic dinoflagellate *Allexandrium minutum* to exudates of the eelgrass *Zostera Marina*. *Harmful Algae*, 133: 1-10. https://doi.org/10.1016/j.hal.2024.102605

Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M., Belin, C., Bottein, M.-Y.D., Bresnan, E., Chinain, M. Enevoldsen, H., Iwataki, M., Karlson, B., McKenzie, C.H., Sunesen, I., Pitcher, G.C., Provoost, P., Richardson, A., Schweibold, L., Tester, P.A., Trainer, V.L., Yniguez, A. T., Zingone, A. (2021). Perceived global increase in algal blooms is attributable to intensified monitoring and emerging bloom impacts. Commun. Earth Environ. 2: 117. https://doi.org/10.1038/s43247-021-00178-8.

Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M., Cembella, A.D., 2004. *Manual on harmful marine microalgae*. 2ª ed., Monographs on Oceanographic Methodology. UNESCO. https://www.researchgate.net/publication/303918488_Harmful_algal_blooms_A_global_overview

Harrison, P.G., Chan, A.T. (1980). Inhibition of the growth of micro-algae and bacteria by extracts of eelgrass (*Zostera marina*) leaves. *Mar. Biol.*, 61: 21–26. https://doi.org/10.1007/BF00410338

Jacobs-Palmer E, Gallego R, Ramón-Laca A, Kunselman E, Cribari K, Horwith M, Kelly RP. (2020). A halo of reduced dinoflagellate abundances in and around eelgrass beds. *PeerJ*, 8:e8869. https://doi.org/10.7717/peerj.8869

Kang, J., Park, J.S., Jeung, S.W., Kim, H., Joo, H.M., Kang, D., Seo, H., Kim, S., Jang, M., Lee, K., Jin Oh, S., Lee, S. & Lee, T. (2021). Zooming on dynamics of marine microbial communities in the phycosphere of *Akashiwo sanguinea* (Dinophyta) blooms. *Mol. Ecol.* 30: 207–221. https://doi.org/10.1111/mec.15714.

Laabir, M.; Grignon-Dubois, M.; Masseret, E.; Rezzonico, B.; Soteras, G.; Rouquette, M.; Rieuvilleneuve, F.&Cecchi, P. (2013). Efectos alguicidas de *Zostera marina* y *Zostera noltei* sobre el dinoflagelado neurotóxico *Alexandrium catenella*. *Aquatic Botany*, 111: 16-25. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2013.07.010

Onishi, Y.; Mohri, Y.; Tuji, A.; Kohei, O.; Yamaguchi, A.&Imai, I. (2013.) The seagrass *Zostera marina* harbors growth-inhibiting bacteria against the toxic dinoflagellate *Alexandrium tamarense*. *Fish Sci*, 80: 353-362. https://doi.org/10.1007/s12562-013-0688-4

Rodríguez Hernández, F. (2022). Mareas vermellas en Galicia: mitos e realidade. *Glaucopis* (Boletín Instituto Estudios Vigueses) 22: 7-10. Accesible en

https://www.ievigueses.com/storage/publicacions/July2018/mOZ0INJHFHTH8P2srumF.pdf

Hemprich, F.G. and C.G. Ehrenberg (1899). *Symbolae physicae, seu icones adhue ineditae corporum naturalium novorum aut minus cognitorum quae ex itineribus per Libyam, Ægyptiam, Nubiam, Dongolam, Syriam, Arabiam et Habessiniam publico institutis sumptu... studio annis MDCCCXX - MDCCCXXV redierunt*. Berlin. Dominio público, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9759681

Velo-Suárez, L., Brosnahan, M.L., Anderson, D.M., McGillicuddy Jr, D.J., 2013. A quantitative assessment of the role of the parasite *Amoebophrya* in the termination of *Alexandrium fundyense* blooms within a small coastal embayment. PloS 8, e81150. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081150