

## Microplancton tóxico y nocivo en las Rías Gallegas en los años 2003 a 2006

Yolanda Pazos y Ángeles Moroño

Instituto Tecnológico para o Control do Medio Mariño de Galicia  
Peirao de Vilaxoán s/n, 36611. V  
ilagarcía de Arousa. Pontevedra

### Resumen

El dinoflagelado productor de toxinas paralizantes (PSP), *Gymnodinium catenatum*, desarrolló un intenso episodio tóxico en el año 2005, después de diez años de casi total ausencia en las aguas de la costa de Galicia. Este episodio se asoció con procesos de surgencia negativa (*downwelling*) y su inicio, con una corriente costera superficial, hacia el norte ( $0,2-0,6 \text{ m s}^{-1}$ ) paralela a la costa de Portugal. En 2006 se produjo una réplica con menores concentraciones celulares. El también productor de PSP, *Alexandrium minutum*, presentó proliferaciones en verano, en puntos geográficos muy concretos (Estuario de Baiona y Ría de Ares), relacionadas con estratificación halina y con resuspensión de quistes locales.

El dinoflagelado responsable de la mayor parte de los cierres en los polígonos de producción de mejillón de las Rías, por toxinas lipofílicas, *Dinophysis acuminata*, presentó estos años dos floraciones, una en primavera debida sobre todo, a crecimiento *in situ* y otra en otoño, en la que además hubo advección desde la parte externa de las Rías, a través del nivel de superficie, excepto en el año 2006 en el que sólo proliferó en otoño. *Dinophysis acuta* proliferó cada año, en Octubre. El inicio de sus episodios tóxicos coincide con surgencia negativa.

Las proliferaciones de diatomeas *Pseudo-nitzschia* spp., asociadas con acumulación de ácido domoico en mejillón cultivado en batea, se detectaron en momentos muy puntuales, máximo de una o dos semanas en los meses de Abril o Mayo (2004 y 2005) y Septiembre (2004 y 2006).

Se pudieron observar a simple vista en las rías gallegas, mareas rojas de *Lingulodinium polyedra* en la Ría de Ares-Betanzos en 2003, asociadas con la detección de yesotoxinas, roja también fue la que se observó en la zona interna de Muros en 2005, por *Myrionecta rubra* y roja anaranjada la de *Noctiluca scintillans* en Pontevedra, Muros, Arousa y Baldaio en 2006.

Se identificaron, por primera vez en la zona dos organismos, el dinoflagelado *Takayama helix*, que es muy posible que haya sido mal identificado en la zona, como *Gyrodinium pulchellum* y la cianobacteria productora de microcistinas, *Microcystis botrys*, que pudo haber sido malidentificada como *M. aeruginosa* y que produjo una marea verde, casi mono-específica, en un área próxima a la desembocadura del río Umia, en Septiembre de 2006, cuando se tuvo que hacer un cierre de las zonas de producción de moluscos para protegerlos de un vertido químico tras el incendio de la planta química Brenntag.

## Material y métodos

La Unidad de Oceanografía y Fitoplancton del Instituto Tecnológico para el Control del Medio Mariño de Galicia (INTECMAR) de la Xunta de Galicia realiza el control oficial, mediante un seguimiento semanal intensivo en 57 estaciones (Fig. 1), del fitoplancton tóxico y/o nocivo y las condiciones oceanográficas, en las principales zonas de producción y puntos representativos desde el punto de vista hidrográfico en la costa de Galicia.

En 39 estaciones se realizan perfiles verticales con un CTD Sea-Bird 25. Se toma un testigo de la columna de agua mediante una manguera de tres tramos (0-5, 5-10 y 10-15 m.) y sobre estas muestras se realiza: la identificación y cuantificación en microscopio óptico invertido del microplancton en submuestras fijadas con lugol tras sedimentar 25 mL en cámaras Utermöhl y la determinación de la composición pigmentaria. Las estaciones costeras se muestrean con sensores portátiles.

Además, con cada muestra de moluscos que se recoge para los análisis de biotoxinas marinas, se toma una muestra de red de plancton que es evaluada cualitativamente y cuya información complementa a la de las estaciones oceanográficas en la elaboración de la información oceanográfica y de fitoplancton que se utiliza para el informe diario de Situación de Zonas de Producción de moluscos. En determinadas situaciones de episodios tóxicos, estos muestreos llegan a ser diarios y, también en ocasiones puntuales, se usan los datos de fitoplancton, para hacer cierres cautelares de los polígonos.

## Resultados y discusión

### *Dinophysis acuminata* y *D. acuta*

La concentración celular máxima detectada de *D. acuminata* fue de 9.120 cel L<sup>-1</sup>, en la muestra de 5-10 metros de la estación P2 (Bueu) de la Ría de Pontevedra, el 04/04/2005. El recuento integrado (0-15 metros) más elevado correspondió a la estación L1 de la Ría de Ares, el 24/07/2006, con 6.080 cel L<sup>-1</sup>.

Existe una muy buena concordancia entre los valores detectados de concentraciones celulares de *D. acuminata* y los cierres de los polígonos de producción de mejillón, por toxinas lipofílicas en las Rías de Vigo, Pontevedra, Arousa y Muros, así como en el estuario de Baiona. Sin embargo, en la Ría de Ares, en algunas ocasiones, se detectan concentraciones elevadas de *D. acuminata*, sin que se produzcan cierres de los polígonos y se detectan con frecuencia números altos de *D. sacculus* no asociados con detección de toxicidad lipofílicas. Las especies *D. acuminata*

y *D. sacculus* podrían presentar un solapamiento de caracteres morfológicos y estar siendo mal discernidas, o bien *D. acuminata* en la Ría de Ares, presenta un contenido en toxinas por células diferente al de las Rías Bajas. Esta Ría Alta presenta unas características hidrográficas y patrones de circulación muy diferente al de las Rías Baixas.

La repercusiones económicas y sociales de las proliferaciones de *D. acuminata* en Galicia, se deben no sólo a las elevadas concentraciones detectadas, sino a la alta persistencia de concentraciones que, aún siendo tan bajas como  $120 \text{ cel L}^{-1}$  en las muestras integrada en la columna de agua (0-15 m.), producen acumulación de toxinas lipofílicas en los moluscos por encima del límite legal y por lo tanto requieren un cierre de la zona de producción.

Existe una gran variabilidad geográfica en la persistencia de concentraciones significativas de *D. acuminata* en las Rías Gallegas (Fig. 1). Aparte de los elevados valores detectados en la Ría de Ares, que podrían estar relacionados con una diferente hidrografía y con la coexistencia de varias especies, los valores máximos de persistencia (15 semanas/año), ocurren en la zona de Bueu, en la Ría de Pontevedra y en la zona de Liméns, en la Ría de Vigo, casos muy nocivos por corresponder con zonas en las que existen polígonos de cultivo de mejillón en batea.

Se detectan también valores elevados de persistencia (10-15 semanas/año) en las estaciones de las bocas de Muros, Pontevedra y Vigo y en el Estuario de Baiona.

Los valores mínimos se detectan en las partes interiores de las Rías de Arousa y Vigo en las que hay zonas que no han estado afectadas, como promedio, ni una semana al año.

Es especialmente significativa la gradación de los valores de esta gráfica, en la parte interna de la Ría de Pontevedra. La circulación en dos celdas, que se constata durante los eventos oceanográficos de surgencia negativa, hace que la parte más interna de la Ría, afectada por los aportes fluviales que van hacia la parte externa de la ría, por superficie y se dirigen a la boca, en muchas ocasiones no se vea afectada por toxinas lipofílicas debidas a los *Dinophysis* que se han transportado durante las surgencias negativas, por superficie desde la parte externa y se acumulan en el frente que produce el Río Lérez. Esto explica las diferencias significativas en los cierres, por toxinas lipofílicas, de los polígonos de bateas Portonovo A, B y C y las mareas rojas que se detectan, con frecuencia, en Raxó.

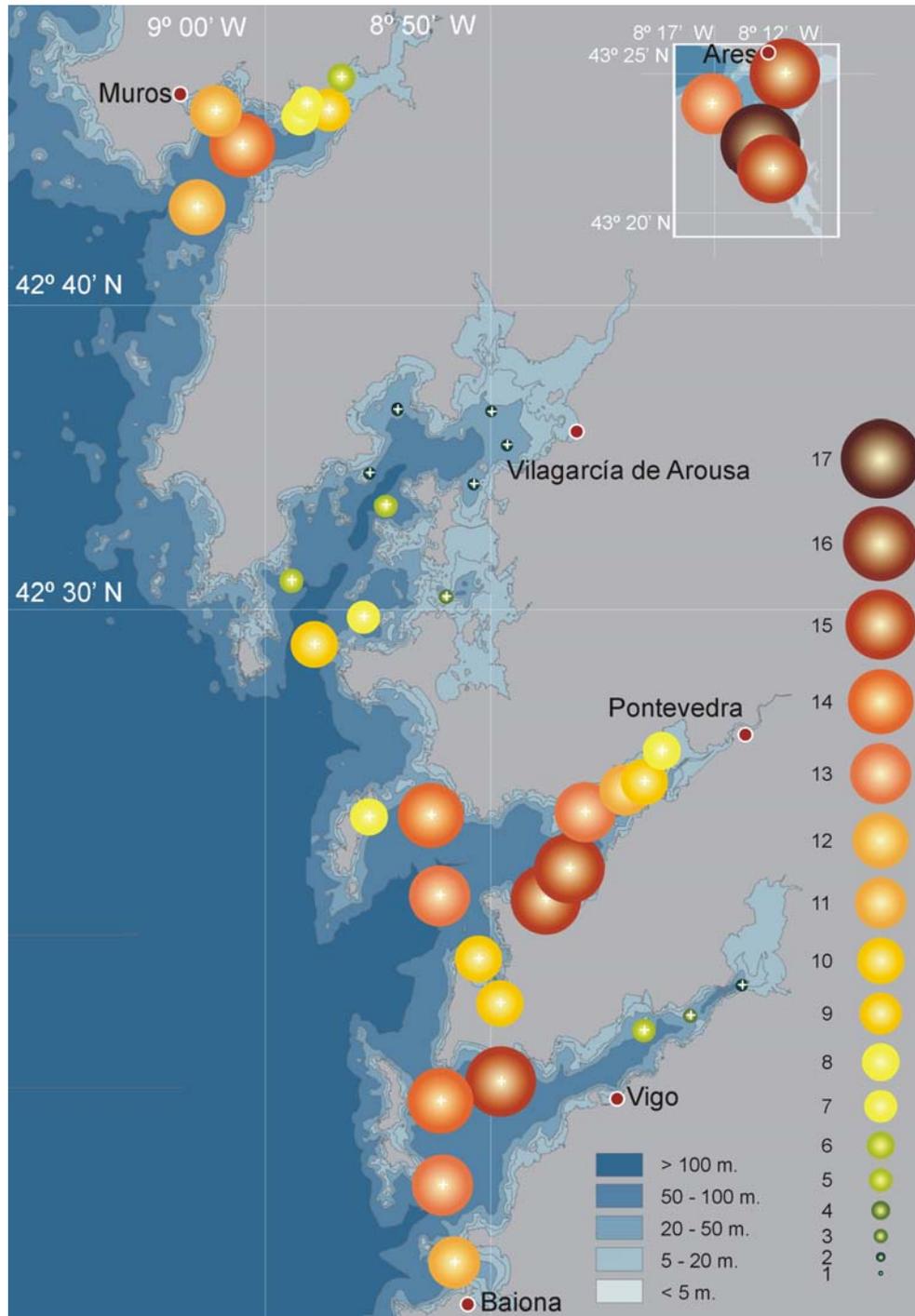


Figura 1. Persistencia de *Dinophysis acuminata* en las Rías Gallegas. Los símbolos son proporcionales al valor promedio (2003-2006), del número de semanas en las que se supera la concentración de 120 cel.L<sup>-1</sup> en las muestras integradas (0-15 m.).

Los dinoflagelados tecados *Dinophysis acuminata* y *D. acuta* (Fig. 2) son las especies más frecuentes que producen acumulación de toxinas

lipofílicas aunque se detectan otras especies del mismo género como *D. caudata*, *D. rotundata*, *D. tripos* y hasta unas veinte diferentes y cuando forman proliferaciones no suelen ser monoespecíficas (Fig. 3) ni producir coloración visible a simple vista. Aunque de modo coloquial, cuando se produce cierre se le denomine también, por parte del sector productor, marea roja.

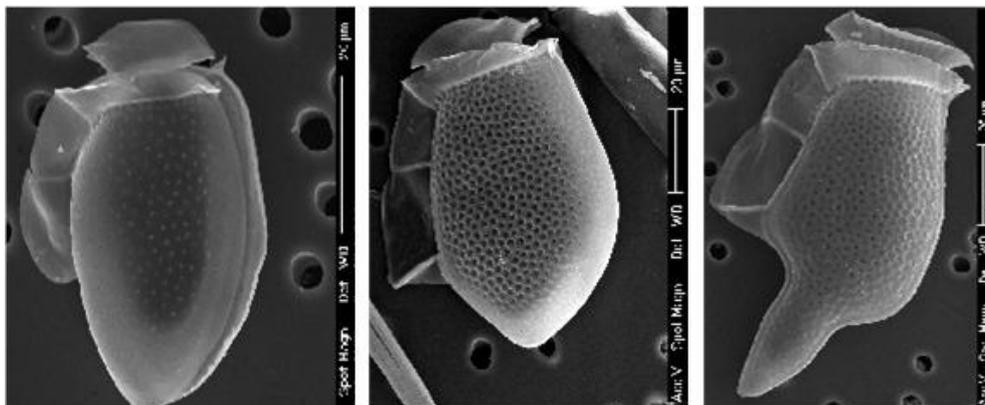


Figura 2.- Microfotografías de tres especies de *Dinophysis* en Microscopio Electrónico de Barrido. De izquierda a derecha *D. acuminata*, *D. acuta* y *D. caudata* de las Rías Gallegas.

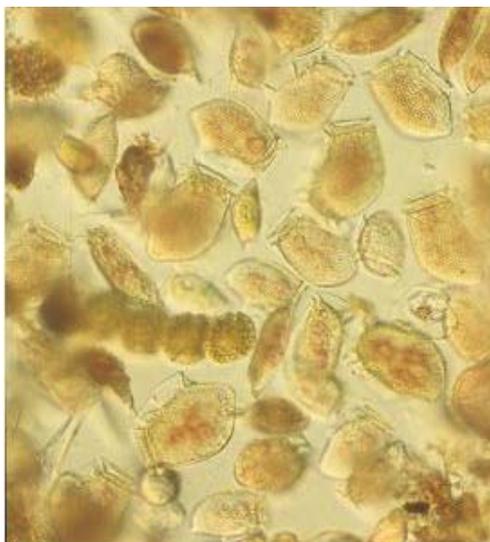


Figura 3.- Microfotografía en microscopio óptico, equipado con Nomarski de un arrastre de red (10 micras) durante una proliferación masiva de varias especies tóxicas en la Ría de Pontevedra, siendo dominante *Dinophysis acuta*.

*D. acuminata* se presentó todos los años en verano. Los máximos celulares se detectan en el nivel subsuperficial (5 metros) y, sobre todo durante el hundimiento de otoño de 2005 (Fig. 4), momentos durante los cuales se distribuyó en toda la columna de agua.

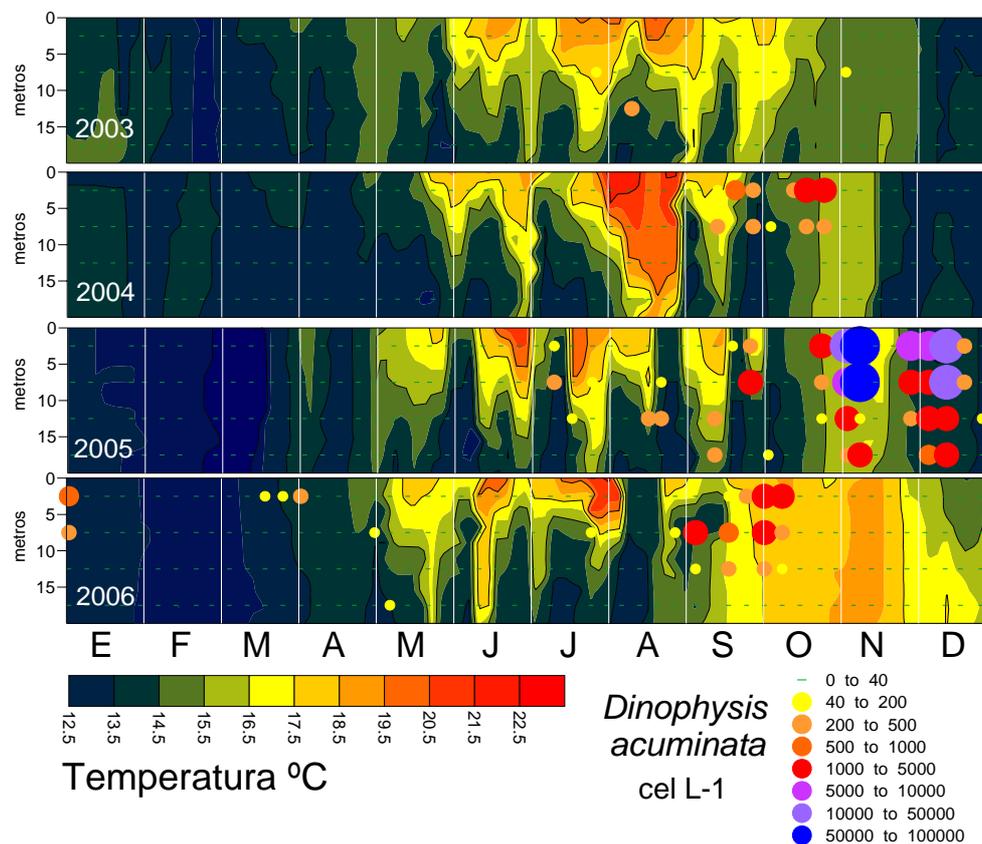


Figura 4.- Distribución vertical de la concentración de *Dinophysis acuminata* (cel L<sup>-1</sup>) y temperatura (°C) en la estación de Bueu, Ría de Pontevedra en los años 2003 a 2006

*D. acuta* (Fig. 5) se detecta en las Rías en otoño, con un patrón inicial de Sur a Norte y desde la parte externa a la interna de las rías. Este patrón se asocia con hundimiento de agua superficial de origen oceánico en los años en los que los otoños son más cálidos. Esta especie aparece en muy bajas concentraciones el resto del año y muestra un patrón claro de distribución vertical descendente en la concentración celular en surgencia negativa.

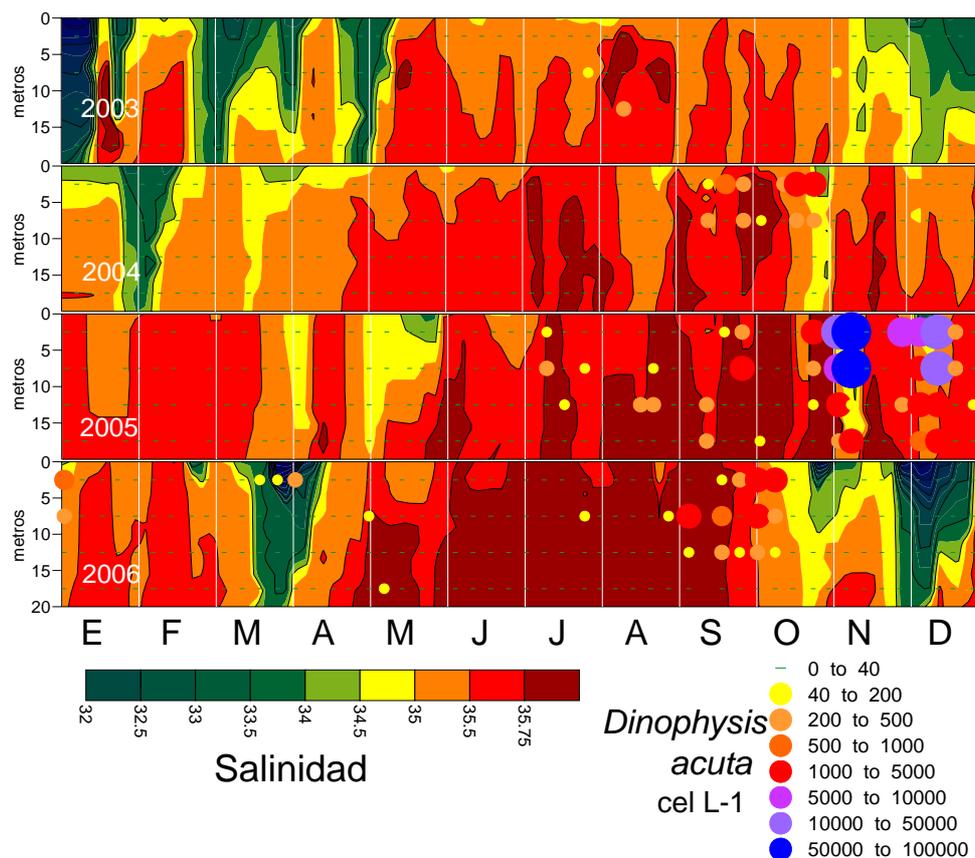


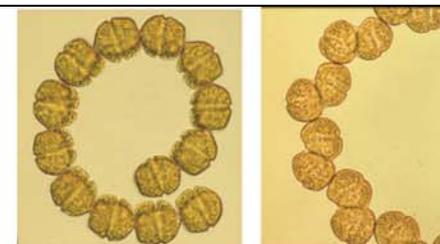
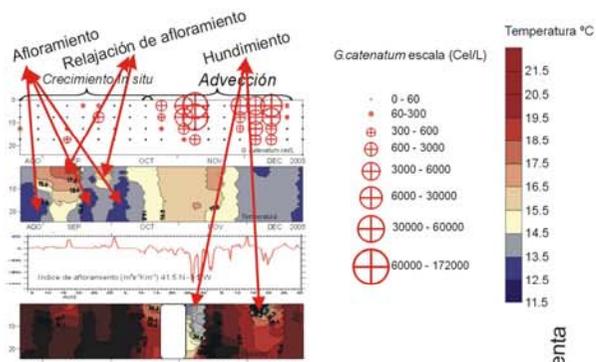
Figura 5. Distribución vertical de la concentración de *Dinophysis acuta* (cel L<sup>-1</sup>) y salinidad en la estación de Bueu, Ría de Pontevedra en los años 2003 a 2006.

### *Gymnodinium catenatum*

Tras diez años en los que *Gymnodinium catenatum* no desarrollaba un episodio tóxico, en el año 2005 se produjo una proliferación intensa y persistente que causó cierres prolongados en los polígonos de producción de mejillón y un fuerte impacto social y económico.

La cooperación que, desde hace años, existe entre los sistemas de monitorización de los episodios de microplancton tóxico gallego y portugués permitió, en el año 2005, una alerta temprana de una proliferación de *Gymnodinium catenatum* en las Rías Gallegas, un mes antes de que se produjera la acumulación de las toxinas paralizantes en los mejillones y otros organismos marinos destinados a consumo humano. Tras los intercambios de información de las detecciones del mes de Julio, los investigadores portugueses alertaron acerca de altas concentraciones en la plataforma de Lisboa en Septiembre y el progresivo incremento de concentraciones hacia el Norte desde ese momento. De las imágenes de satélite de temperatura superficial se infirió, en tiempo casi real, que estaba presente una corriente costera hacia el Norte durante este período.

Distribución vertical de *G. catenatum*, temperatura, índice de afloramiento y salinidad en la estación P2 de la Ría de Pontevedra.



Microfotografías de *Gymnodinium catenatum* in vivo

Todas las áreas de producción de mejillón se cerraron por PSP, algunas hasta primavera de 2006.



Crecimiento *In situ* de la población de *G. catenatum*. El afloramiento exporta las células hacia el exterior de las Rías. La relajación del afloramiento induce la acumulación de las células en el interior.

El hundimiento (*downwelling*) introduce *Gymnodinium catenatum* el bloom en el interior de las Rías siguiendo el nivel superficial. La temperatura de la columna de agua muestra claramente la posición de esas aguas superficiales de origen oceánico.

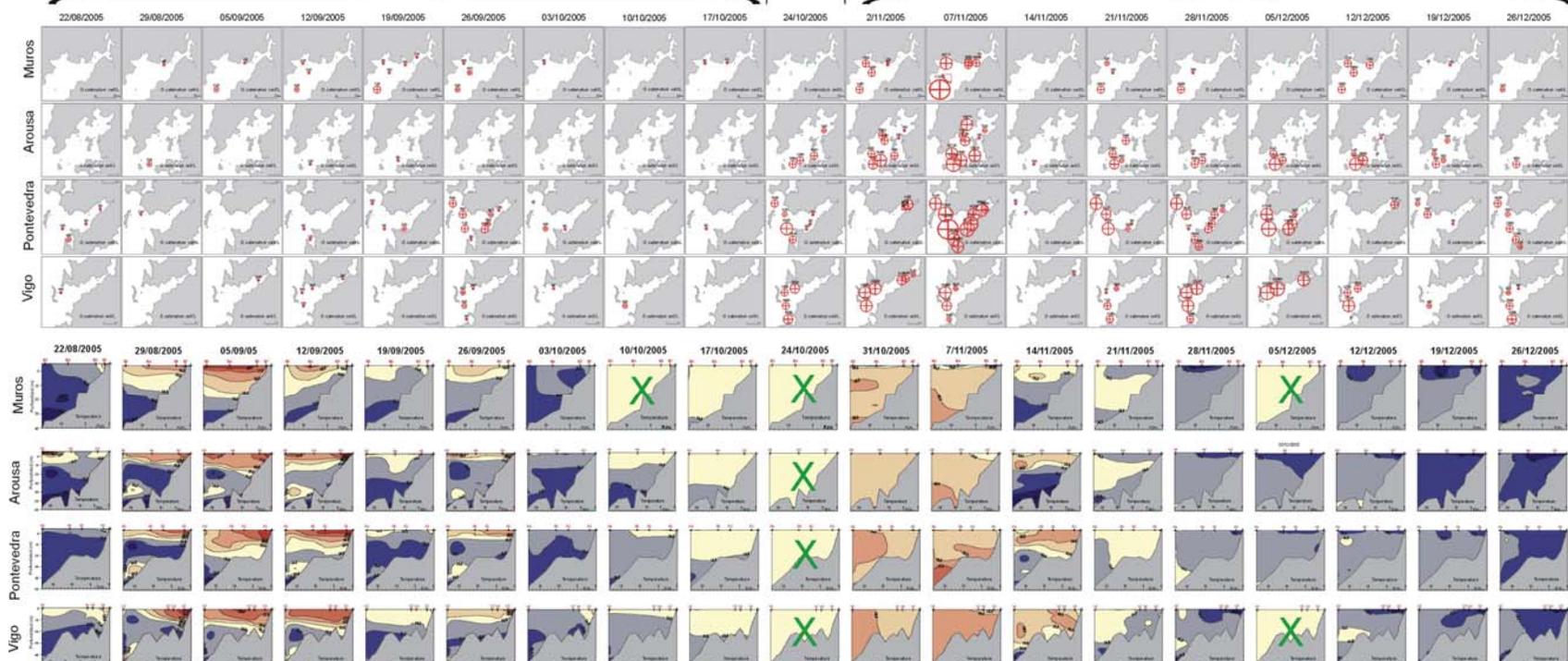


Figura 6. Cuadro resumen de información sobre el episodio de microplancton tóxico de *Gymnodinium catenatum* en las Rías Gallegas durante el año 2005.

El 24 de Octubre de 2004, se detectó un proceso oceanográfico de fuerte hundimiento o surgencia negativa (*downwelling*), valores  $Iw < -1000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\text{Km}^{-1}$  y un agua superficial, de procedencia oceánica, más cálida ( $16,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y menos salina ( $35,2 \text{ P.S.U.}$ ) (Fig. 6), fluyó por superficie, hacia el interior de las rías introduciendo una población desarrollada de *Gymnodinium catenatum* (máx  $1,7 \times 10^5 \text{ cel L}^{-1}$ ). Datos de un *drifter* lagrangiano confirmaron la presencia de una corriente superficial costera hacia el norte, casi paralela a la costa de Portugal, en esas fechas, con una velocidad de  $\approx 0,2 - 0,6 \text{ m s}^{-1}$ , coherentes con los valores de concentraciones celulares de este organismo planctónico, que se iban detectando en las estaciones de Sur a Norte.

Esta especie de dinoflagelado desnudo, fotosintético, formador de cadenas y productor de toxinas paralizantes se detecta puntualmente, en bajas concentraciones (entre  $10^2$  y  $10^3 \text{ cel L}^{-1}$ ) (Fig. 7), casi todos los años, en especial en Otoño. Solamente en determinados años, como en el año 2005 ha producido una proliferación significativa en el interior de las rías, tras un proceso oceanográfico de fuerte hundimiento y con un patrón de incremento temporal de concentración celular de sur a norte que no se detecta en otras especies de dinoflagelados. Las mayores concentraciones celulares se detectan, durante el proceso de hundimiento, en el nivel superficial.

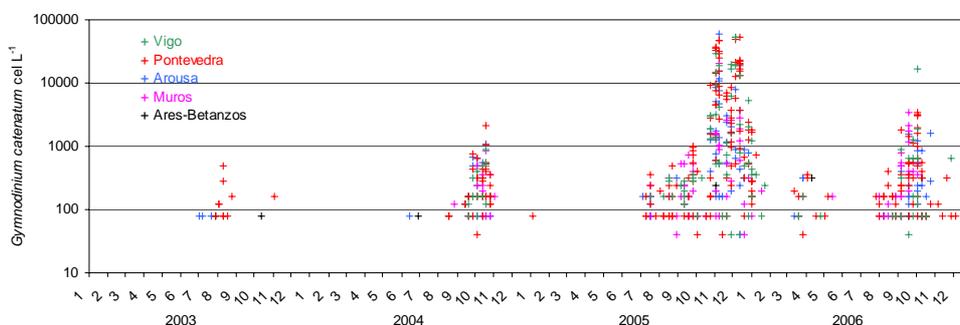


Figura 7. Evolución temporal de *Gymnodinium catenatum* en las 57 estaciones oceanográficas en Galicia durante los años 2003-2006.

### *Alexandrium minutum*

Este dinoflagelado tecado de pequeño tamaño (Fig. 8), asociado con toxinas paralizantes, presenta en Galicia, una ecología completamente diferente al otro productor de PSP, *G. catenatum*.

*Alexandrium minutum* es una especie residente en zonas muy localizadas de las Rías de Ares, Ensenada de Baiona, Ensenada de Camariñas y de Miño que, sólo en muy contadas ocasiones se detecta en alguna estación de la zona media de la Ría de Pontevedra.

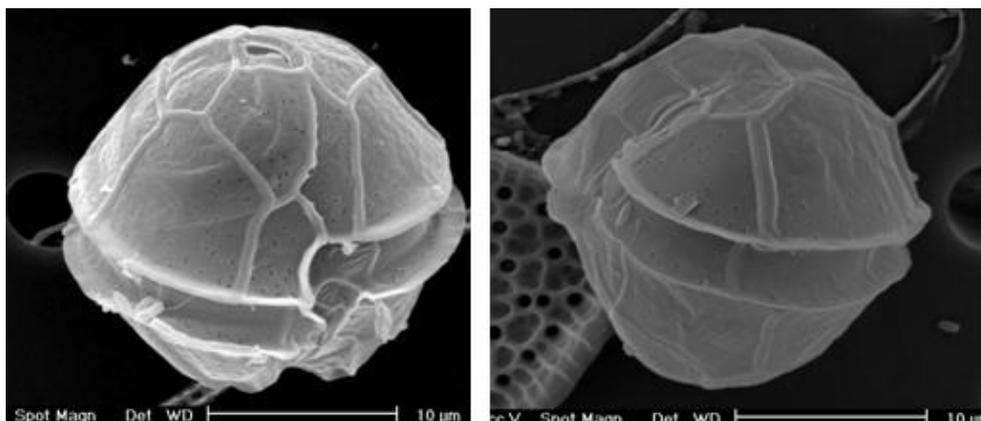


Figura 8. Microfotografías SEM de *Alexandrium minutum* de la Ría de Ares

En el muestreo semanal de las 57 estaciones que ha realizado INTECMAR en los años 2003-2006 se ha desarrollado *A. minutum* (Fig. 9) en la Ensenada de Baiona (Fig. 1) y en las cuatro estaciones de Ares llamadas L1, L2, L3 y L4 siendo la L3 la más interna y más afectada por *A. minutum*. Valores significativos de concentraciones celulares para esta especie ocurren durante el verano.

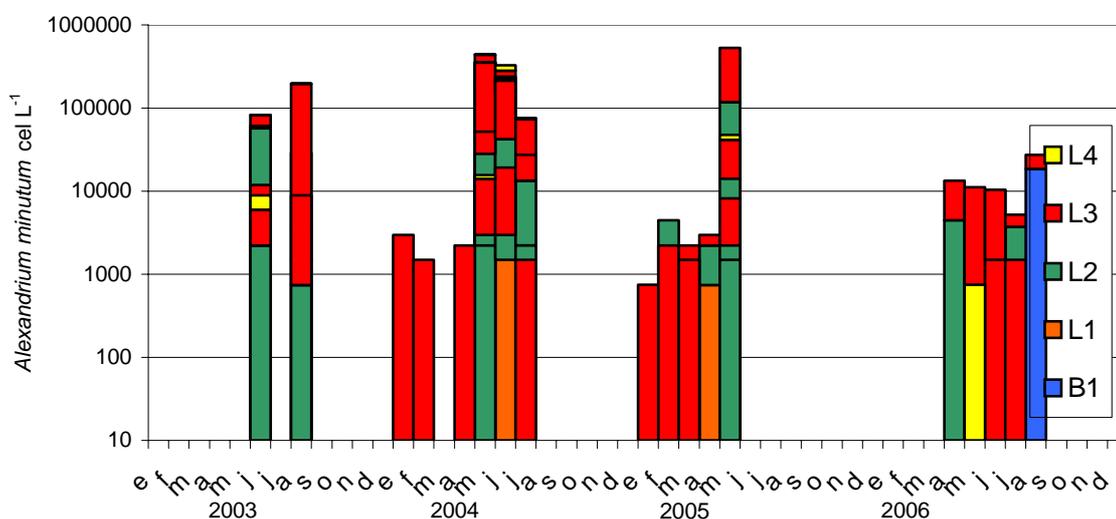


Figura 9. Concentraciones celulares de *Alexandrium minutum* detectadas en las Rías Baixas Gallegas. Estaciones L1 a L4 Ría de Ares. Estación B1, Estuario de Baiona.

*Pseudo-nitzschia* spp.

El género de diatomeas *Pseudo-nitzschia* incluye especies productoras de ácido domoico y especies que no lo producen. La observación al microscopio óptico de muestras no tratadas no permite la identificación de las diferentes especies (Fig. 10). Aunque presenten un aspecto similar pueden coexistir varias especies. Los caracteres morfológicos que se usan para diferenciar las especies incluyen el número de poroides, de estrías e interestrías que son observables en el microscopio electrónico de transmisión (Fig. 11). El tratamiento previo a la observación en microscopio de transmisión es laborioso y lento y no resulta operativo para un sistema de monitorización de salud pública en el que el factor tiempo es primordial.



Figura 10.- Microfotografía en microscopio óptico de una proliferación de especies de diatomeas de la Ría de Arousa, en las que dominan las del género *Pseudo-nitzschia*.

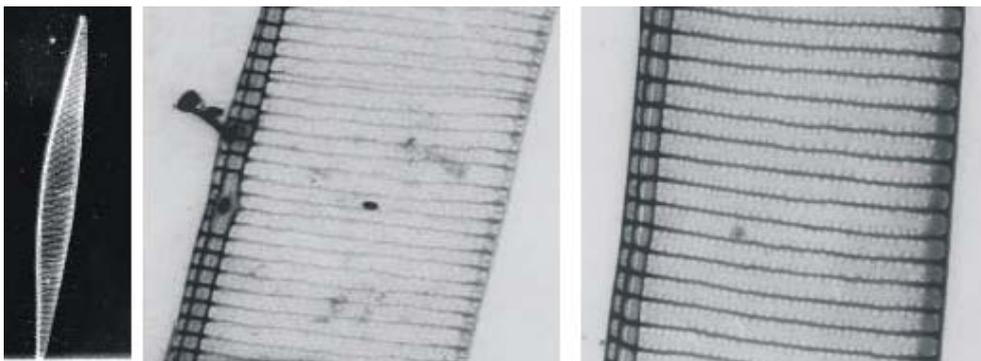


Figura 11.- Microfotografías, en microscopio de transmisión, de un frústulo completo de una célula de *Pseudo-nitzschia* y detalle de la zona central en vista valvar con detalle de la presencia y ausencia del pseudo-nodulo central que permite diferenciar la especie *P. fraudulenta* (foto central), que no es tóxica de la *P. australis* (derecha), que si lo es. Todas ellas son de la Ría de Arousa.

Las proliferaciones de diatomeas *Pseudo-nitzschia* spp., asociadas con acumulación de ácido domoico en mejillón cultivado en batea, se detectaron en momentos muy puntuales, máximo de una o dos semanas en los meses de Abril o Mayo (2004 y 2005) y Septiembre (2004 y 2006).

#### *Lingulodinium polyedrum*

A mediados-finales de verano de 2003, se observó una marea de color rojo oscuro (Fig. 12), debida al dinoflagelados tecado *Lingulodinium polyedra* en la parte interna de la Ría de Ares. Se detectaron elevadas concentraciones celulares en todas las estaciones oceanográficas de esa ría, con un máximo de  $1,4 \cdot 10^6$  cel  $L^{-1}$  en L1 el 01/09/03 (Fig.13).

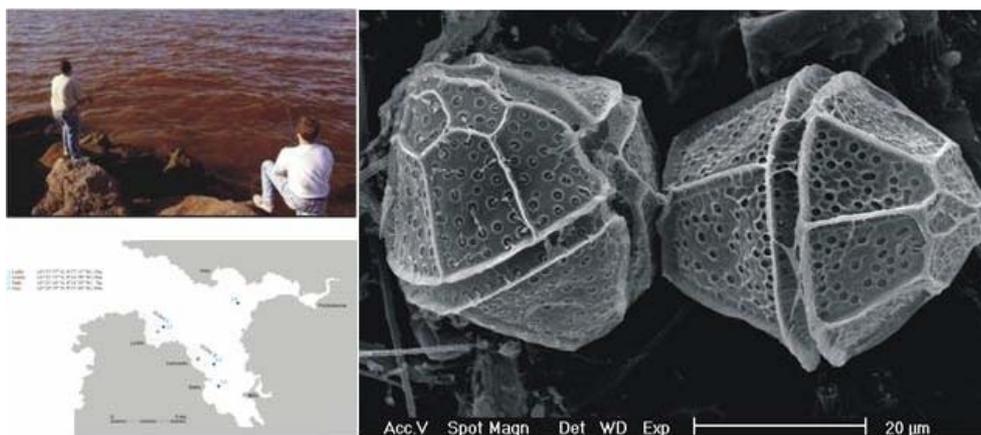


Figura 12. Fotografía de la marea roja que fue publicada en prensa el 26/08/2003 sobre una marea roja en la Ría de Ares-Betanzos, Mapa de estaciones y microfotografía SEM de *Lingulodinium polyedra* de la Ría de Ares

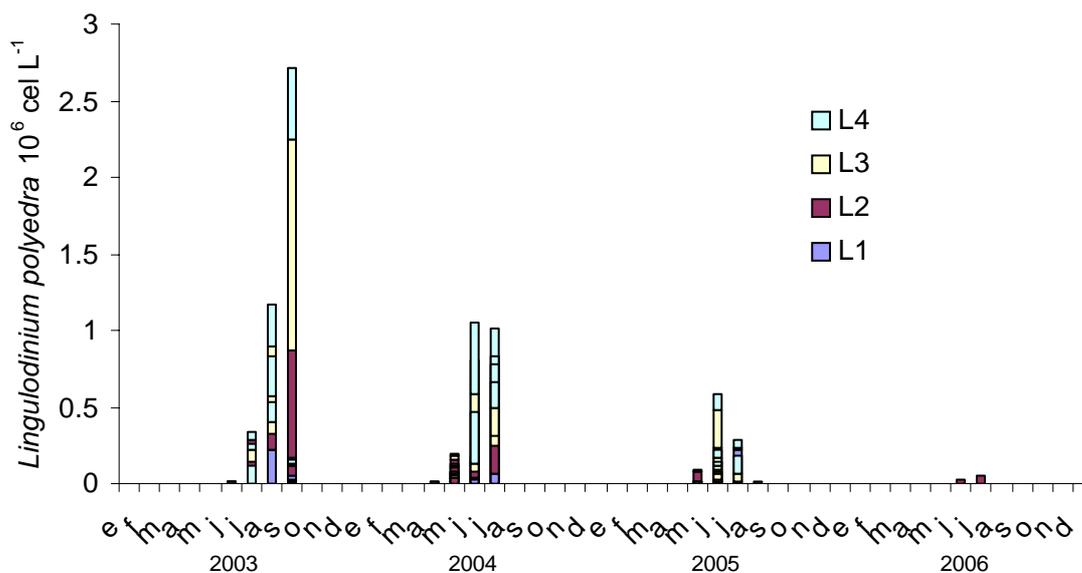


Figura 13. Evolución interanual de *Lingulodinium polyedra* en la Ría de Ares

Se trata de una especie residente en esta Ría que prolifera casi todos los años en el verano. Este hecho fue citado en publicaciones antiguas de la Ría de Vigo. No ocurren en los últimos años, proliferaciones de *Gonyaulax*, con frecuencia en las Rías Baixas

En el resto de las estaciones oceanográficas de Galicia, a excepción de Ares, se han detectado células de un modo esporádico (máx. 200 cel L<sup>-1</sup>). Una cooperación entre el departamento de biotoxinas de INTECMAR y el IEO de Vigo permitió detectar, por primera vez en Galicia, la presencia de yesotoxinas en mejillón cultivado en las bateas Sada A y Sada B durante esta marea roja.

#### *Noctiluca scintillans*

Este dinoflagelado heterótrofo forma, casi todos los años, mareas rojas de color anaranjado, a finales de verano en las Rías Baixas Gallegas (Fig.14). Aunque es considerado como no tóxico ni nocivo, en el año 2003 fue posible observar su predación sobre las especies potencialmente tóxicas como *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, *D. caudata* y *Pseudo-nitzschia* spp. (Fig.15) y se discutió su posible actuación como vector de toxinas en un trabajo que se realizó en cooperación con el IEO de Vigo. Las mareas rojas, de color rojo anaranjado, que se pudieron ver desde la playa de Sanxenxo (en la última semana de Agosto) y en Baldaio (23 de Julio) del año 2006 causaron un gran impacto nocivo al turismo en estas zonas. Se detectó una concentración máxima de 6,0 10<sup>5</sup> cel L<sup>-1</sup> en la estación de O Freixo (M3) el 6 de Junio de 2006.



Figura 14. Marea Roja de *Noctiluca scintillans* detectada en Sanxenxo, Ría de Pontevedra, en Agosto de 2006.

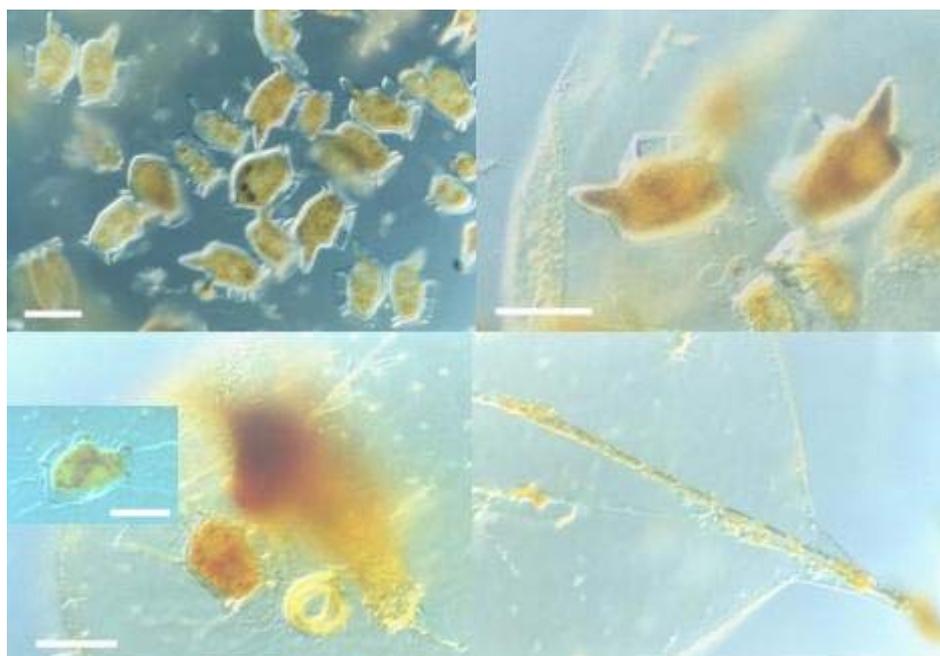


Figura 15. Vacuolas digestivas de *Noctiluca scintillans* conteniendo especies potencialmente tóxicas como *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, *D. caudata* y *Pseudo-nitzschia* spp.

Otras especies de microplancton de red, potencialmente tóxico o nocivo, que se han detectado en las muestras pero que no se ha constatado que hayan producido mareas rojas ni efectos tóxicos o nocivos en las Rías Gallegas en estos cuatro años incluyen, las silicoflageladas como *Dictyocha speculum* y *D. octonaria*, otras flageladas como *Heterosigma akashiwo* y *Phaeocystis globosa* y dinoflagelados como *Karenia* spp., *Karlodinium*

spp., *Prorocentrum minimum*, *Alexandrium ostenfeldii*, *Prorocentrum lima*, *Glenodinium foliaceum*, *Protoceratium reticulatum*.

La cianobacteria productora de microcistinas, *Microcystis botrys* (Fig. 16), que pudo haber sido malidentificada como *M. aeruginosa* y que produjo una marea verde, casi monoespecífica, en un área próxima a la desembocadura del río Umia, en Septiembre de 2006, cuando se ha tenido que hacer un cierre de las zonas de producción de moluscos para protegerlos de un vertido químico tras el incendio de la planta química Brenntag.

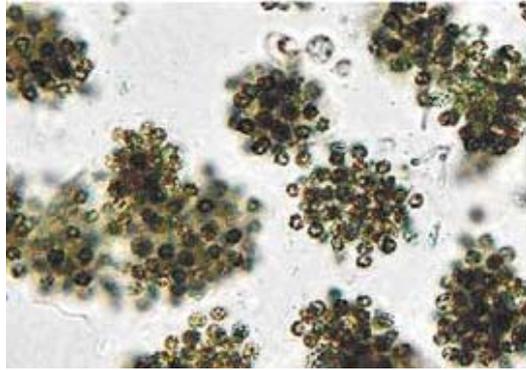


Figura 16. Colonias de *Microcystis botrys*.

Por último, se identificó, por primera vez en la zona, el dinoflagelado *Takayama helix* (Fig. 17), que es muy posible que haya sido malidentificado en la zona, como *Gyrodinium pulchellum*.

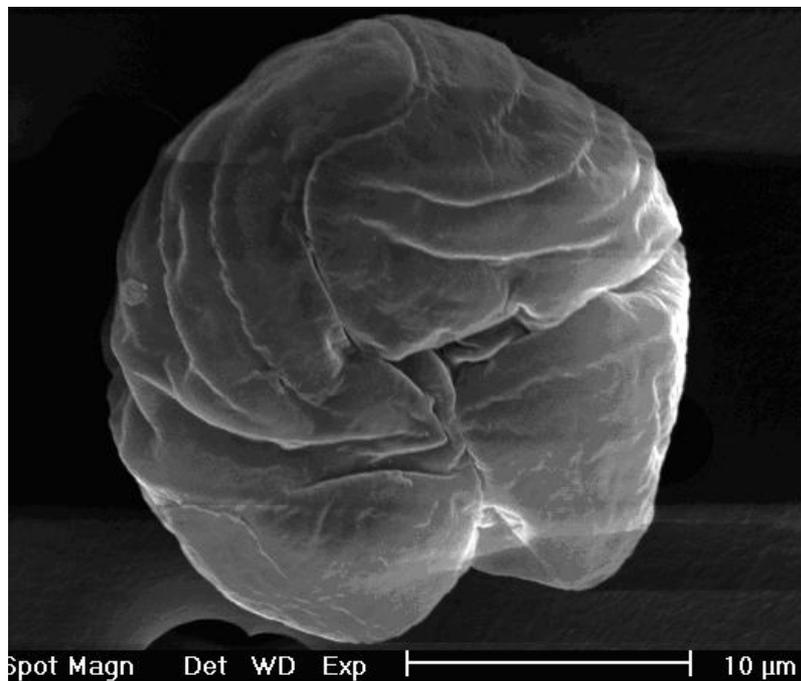


Figura 17. Microfotografía de microscopio electrónico de barrido, de *Takayama helix*, de la Ría de Vigo.

### Agradecimientos

A Celia Díaz y Fernanda Franco por la asistencia técnica, a F. Amoedo, P. García, I. Lemos y S. Roura en especial por los recuentos celulares, a Ó. Torrado por los muestreos en Ares. A J. M. Cabanas y J. Triñanes por los datos del índice de afloramiento y de drifters, a N. Lundholm y S. Méndez, por su ayuda con la microscopía electrónica, a Ángeles Longa por la fotografía de la marea roja de *Noctiluca scintillans*, a J. Mouriño por la gestión de la base de datos, a L. Abal y A. Gómez por su ayuda con las gráficas, a la tripulación y a A. Castro y Romero, patronos de los B/O J. Naváz y Lura. A B. Reguera y T. Moita por las puestas en común sobre la ecología de *Dinophysis* spp. y *G. catenatum*, respectivamente. A Carmelo Thomas y Marli Bergesch por la confirmación de la identificación de *T. helix* y *M. botris* respectivamente. A J. Gilabert por su ayuda. Este trabajo fue financiado en su totalidad por la Consellería de Pesca y Asuntos Marítimos de la Xunta de Galicia.