



Esos colores Proliferaciones algales sospechosos del mar

TEXTO SÍLVIA ANGLÈS (ICM)* Y ANTONI JORDI (IMEDEA (CSIC-UIB)**)
FOTOS SÍLVIA ANGLÈS, GRUPO DE FITOPLANCTON
TÓXICO (ICM) Y AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA

Navegamos plácidamente en un agua azul transparente... cuando de repente el mar cambia de color y toma un tono rojizo, o verdoso. ¿Qué ha pasado? ¿Por qué ha cambiado de color? ¿Es un fenómeno natural o se debe a la contaminación del mar?

* El ICM (Instituto de Ciencias del Mar) es un centro de investigaciones marinas que depende del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Sílvia Anglès es licenciada en Biología y forma parte del Grupo de Procesos Litorales del departamento de Biología Marina y Oceanografía.

** El IMEDEA (Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados) es un instituto de investigación científica que depende de la Universidad de las Islas Baleares (UIB) y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Antoni Jordi es licenciado en Física y forma parte del Grupo de Oceanografía Física del departamento de Recursos Naturales.

En ocasiones, el mar abandona el tono azul al que nos tiene acostumbrados para adoptar otro color diferente: verde, marrón, rojizo o incluso blanco. Es lo que se conoce vulgarmente como marea roja, aunque, como veremos, nada tiene que ver con la variación del nivel del mar, ni es siempre el rojo el color protagonista. Detrás de todo esto se esconden unos organismos, concretamente unas algas microscópicas conocidas como fitoplancton.

Algunas de estas algas, bajo condiciones ambientales favorables, crecen desmesuradamente y alcanzan una alta concentración: el mar, que en condiciones normales presenta decenas o centenas de células por litro de estas algas, pasa a tener miles o millones. Es entonces cuando el agua se tiñe de color, dependiendo de los pigmentos dominantes que posee el alga en

cuestión y de su nivel de concentración. Este fenómeno natural recibe el nombre de proliferación algal nociva (PAN), o "bloom", palabra que proviene de su denominación en inglés, "Harmful Algal Blooms" (HAB).

Pues bien, las proliferaciones algales nocivas se producen generalmente en aguas tranquilas y más o menos confinadas, donde la tasa de renovación del agua es muy baja. El lugar ideal por tanto lo encontramos en zonas cercanas a la costa y al abrigo de fuertes temporales, tales como playas, bahías, lagunas litorales o puertos. Para que el fenómeno tenga lugar, necesitamos que se produzca una combinación de factores biológicos, químicos y físicos adecuada, en la que destacan la luz, la temperatura, los nutrientes y una estabilidad suficiente horizontal y vertical de la columna de agua.



01

"Bloom" de *Alexandrium taylori* en la playa de S'Arenal Petit, en Ibiza.

Para más información

<http://www.icm.csic.es/icmdivulga/>
<http://www.icm.csic.es/bio/seed/>
<http://www.icm.csic.es/bio/wscalvia/>
<http://portal.unesco.org/habsea/>
http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/TEACHERS/sanctuary_4.html

No obstante, generalizar sobre las proliferaciones algales no es tarea fácil. Mientras que algunas están localizadas en zonas relativamente pequeñas, como puertos o bahías, otras se pueden extender a través de muchos kilómetros a lo largo de la costa o, incluso, en mar abierto. También pueden ser esporádicas y producirse aparentemente de forma arbitraria, o aparecer de forma recurrente año tras año en el mismo lugar. La duración de estas proliferaciones también es muy variable, puede ser de unos pocos días o mantenerse durante meses. La mayoría de estos fenómenos ocurre en los meses más cálidos, pero la es-

De las cerca de 5.000 especies de fitoplancton marino que se conocen, unas 300 pueden desarrollar proliferaciones que modifiquen el color del mar, y unas 60 son tóxicas

tacionalidad tampoco es un elemento común, pues existen especies que son características de invierno.

Causantes de intoxicaciones

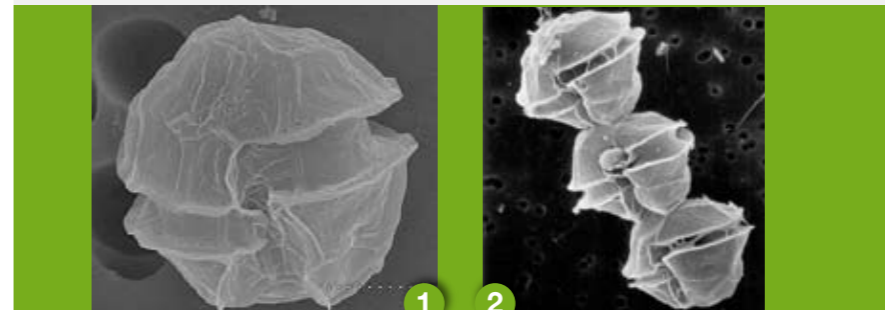
De las cerca de 5.000 especies de fitoplancton marino descritas hasta el momento, unas 300 pueden desarrollar proliferaciones que modifiquen el color del mar. A pesar de su carácter llamativo, es-

tos cambios de color muchas veces son inocuos. Sin embargo, unas 60 de estas especies tienen la capacidad de producir toxinas, algunas de las cuales poseen un potencial tóxico tan elevado que dañan incluso en concentraciones celulares muy bajas, que no llegan a colorear el agua. De éstas, aproximada-

mente el 75 por ciento pertenece al grupo de los dinoflagelados. Es a causa de esta toxicidad que las proliferaciones algales nocivas provocan serios problemas económicos y de salud en zonas localizadas. Los mejillones, las almejas, las navajas y otros organismos filtradores de agua se alimentan del fitoplancton que hay en este medio. Si entre este fitoplancton se encuentran células de microalgas tóxicas, estos organismos acumularán las toxinas que éstas producen en sus tejidos. En el caso del marisco, que es poco sensible a los efectos de dichas toxinas, éstas afectarán en última instancia al hombre, cuando ingiera el marisco. Además, estas toxinas son termoestables, es decir, no se destruyen con el calor, o sea que no importa que el marisco se cocine. Entre los organismos potencialmente tóxicos en este sentido se encuentran los

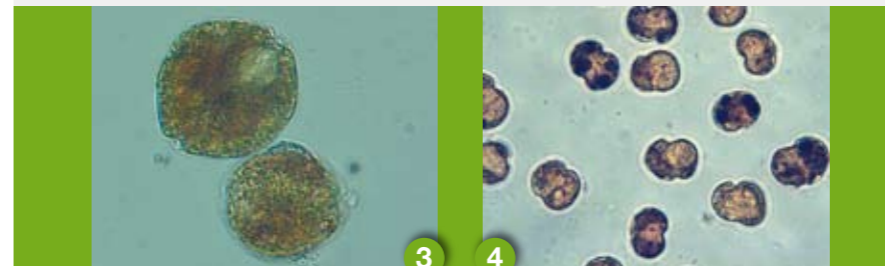
Especies causantes de las PAN

En nuestras costas mediterráneas la mayoría de especies que producen proliferaciones algales nocivas (PAN) pertenecen al grupo de las dinoflageladas, aunque hay de otros grupos, como las diatomeas. Éstas son algunas de las especies más importantes:



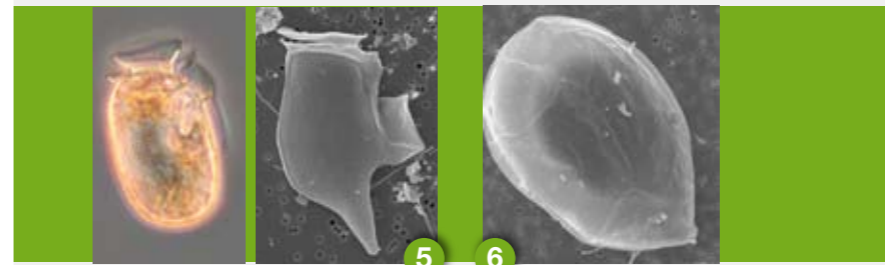
Alexandrium minutum. Dinoflagelada productora de PSP, está ampliamente distribuida por el Mediterráneo. Se han descrito "blooms" recurrentes en diversos puertos y marisqueñas que han causado importantes pérdidas económicas.

Alexandrium catenella. Al igual que la anterior, es productora de PSP y hay evidencias de que se está expandiendo por el Mediterráneo. Los efectos de esta toxina son dolores de cabeza, vértigos, mareos, náuseas, hormigueo, parálisis y hasta muerte por parada cardíaca o respiratoria en los casos más graves.



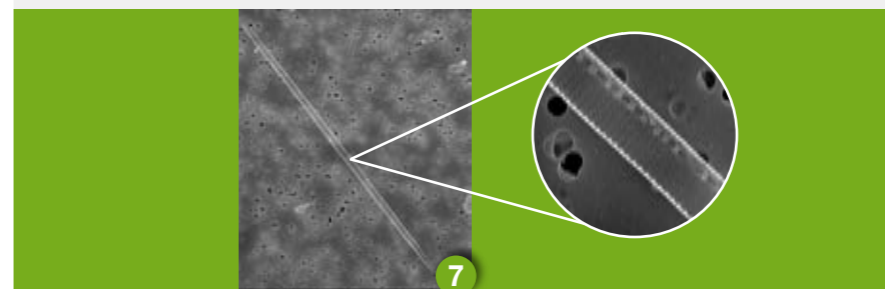
Alexandrium taylori. No produce toxinas, sin embargo en los meses más cálidos forma proliferaciones masivas recurrentes en playas, causando cambios de color del agua que provocan pérdidas económicas en el sector turístico.

Karlodinium micrum. Sus toxinas no son perjudiciales para los humanos, pero forma "blooms" en invierno que causan la muerte de peces de piscifactorías, moluscos y fauna salvaje.



Dynophysis sp. Produce toxinas DSP, que provocan diarrea, náuseas, vómitos y dolor abdominal.

Ostreopsis sp. Es tóxica y vive sobre macroalgas o suspendida en el agua. Sus toxinas pueden actuar como aerosoles y provocar problemas respiratorios, pero estos efectos aún están siendo estudiados.



Pseudonitzschia sp. Pertenecer al grupo de las diatomeas y puede producir toxinas ASP (o ácido domoico) con efectos neurológicos (vértigos, mareos, alucinaciones, confusión, amnesia) y gastrointestinales (náuseas, vómitos, diarrea).

productores de PSP, DSP, NSP y ASP, que producen envenenamiento por toxinas paralizantes, diarreas, neurotóxicas y amnésicas, respectivamente.

Se calcula que en el mundo se dan unas 60.000 intoxicaciones al año provocadas por toxinas de algas, con una mortalidad que alcanza el 1,5 por ciento. Pero no hay que alarmarse por ello, los moluscos y el marisco que llega a los mercados han pasado controles rigurosos de calidad para asegurar la ausencia de esas toxinas. Por esta razón es sumamente peligroso, y de hecho está prohibido, recolectar mejillones y otros bivalvos, ya sea para la venta o para el propio consumo, sin pasar por los canales legalmente establecidos. Son por tanto las industrias marisqueras y

En el mundo al año se dan unas 60.000 intoxicaciones provocadas por toxinas de algas, con un índice de mortalidad del 1,5 por ciento

pesqueras las principales perjudicadas por las proliferaciones algales nocivas.

Perjudiciales para la fauna marina

Pero este fenómeno no sólo causa proble-

mas debido a su toxicidad. Cuando un "bloom" llega a su fin, la degradación de las microalgas agota de tal manera el oxígeno disuelto que se produce una situación de anoxia en el agua (falta de oxígeno), de consecuencias mortales para peces y otros organismos bentónicos, como moluscos bivalvos.

Por otro lado, también existen especies, como el *Karlodinium micrum*, cuyas toxinas no afectan a los humanos. Sin embargo, en este caso los perjudicados son los peces y otros organismos marinos, que mueren a causa de la ingestión de esta toxina, lo que comporta graves pérdidas tanto para el ecosistema como para las piscifactorías afectadas por esta microalga.

Finalmente, hay otras especies que no producen toxinas pero que provocan lo que denominamos discoloraciones (cambios de color) en playas y calas, transformando el agua azul cristalina en agua turbia de tonos verdes y marrones. Es el caso de la especie *Alexandrium taylori*, que afecta a la costa noreste de la Península

y a las Islas Baleares, y causa anualmente grandes pérdidas económicas al sector turístico. La prensa local se ha hecho eco numerosas veces de las proliferaciones de esta especie en los meses de verano y, en algunos casos, las han asociado por desconocimiento a residuos y vertidos incontrolados de aguas fecales, provocando la huida de montones de turistas hacia otras playas. A pesar de que sólo provocan cambios cromáticos del agua, hay que entender que si planeamos un día de baño en una playa o cala idílica, a nadie le gusta llegar y ver que el agua ha perdido su transparencia habitual y tiene un aspecto turbio.

Estrategias de control

Frente a estas situaciones se han establecido planes de vigilancia de las PAN basa-

Las proliferaciones algales causan grandes pérdidas al sector turístico; a veces se asocian erróneamente a residuos o vertidos incontrolados de aguas fecales

dos en redes de monitoreo, a través de los cuales se toman muestras de agua de diferentes puntos (puertos, playas, zonas marisqueras...) y se analizan en los laboratorios, con el fin de prevenir situa-

ciones de riesgo para la salud pública. Estos sistemas de monitoreo, diseñados a partir de la experiencia, han llegado a adquirir una notable capacidad predictiva. Hasta ahora, la comunidad científica internacional dedicaba sus esfuerzos a desarrollar posibles estrategias de control de las PAN para reducir y mitigar sus efectos, pero parece ser que esta tendencia está cambiando. Ahora el objetivo de las investigaciones científicas es llevar a cabo una gestión eficaz de las PAN a

Las algas migratorias

Como todas las dinoflageladas, las microalgas unicelulares *Alexandrium taylori* poseen dos flagelos, uno para desplazarse y otro que les permite girar sobre sí mismas, es decir, son capaces de nadar. Esto posibilita que tengan actividad migratoria: durante el día migran hacia la superficie



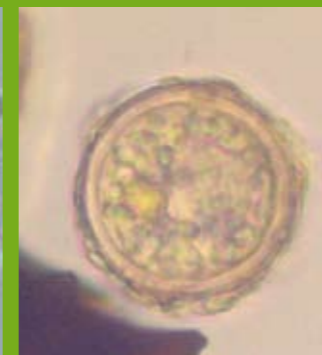
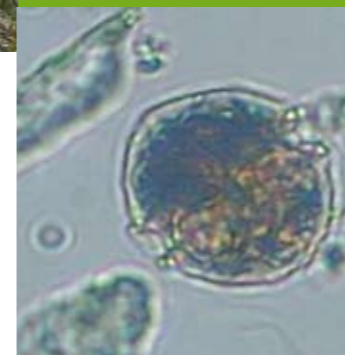
para aprovechar la luz del sol, y durante la noche permanecen en el fondo de la columna de agua. Esta peculiaridad explica cómo el agua puede cambiar de color en pocas horas en playas afectadas por esta especie, como se observa en las fotografías.

La primera imagen muestra el aspecto de la playa de Palmira, en Peguera, Mallorca, a las 9:15 horas, cuando las microalgas todavía están en el fondo. La siguiente foto se corresponde a las 14:45 horas, cuando las microalgas han subido a la superficie en búsqueda de luz.

02/03 "Bloom" de *Alexandrium taylori* en la playa de la Fosca, en Girona, y en la playa de Palmira, en Peguera, Mallorca, respectivamente.



"Blooms" en Arenys



El puerto de Arenys de Mar, en Barcelona, sufre cada año en invierno un "bloom" de la especie *Alexandrium minutum*, que colorea el agua de marrón anaranjado. El responsable de esta recurrencia es el quiste, que una vez formado durante las condiciones desfavorables se refugia en el sedimento del puerto, hasta que las condiciones son favorables, y entonces germina y causa de nuevo la proliferación algal.

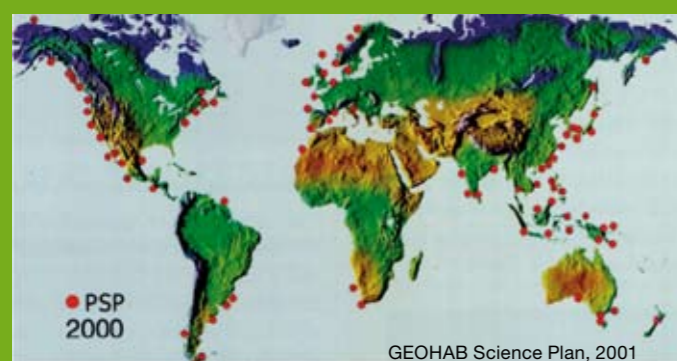
partir del conocimiento detallado de los microorganismos implicados. Por ejemplo, un aspecto sobre estas microalgas del cual se conoce poco es su ciclo de vida. Tienen una fase planctónica, que es la responsable de las proliferaciones, y una fase bentónica, en la que el organismo permanece en el fondo del mar en un estado de reposo. Esta fase bentónica, poco conocida, es una fase clave en la formación de "blooms". Los dinoflagelados, el grupo causante de la mayoría de proliferaciones algales nocivas, pasan esta fase en forma de quiste, que proviene de la reproducción sexual de dos células. Es-

tos quistes pueden permanecer enterrados en el sedimento durante meses o incluso años, hasta que las condiciones ambientales son las adecuadas para germinar y producir el "bloom". Por tanto, a través de la reproducción sexual garantizan la recombinación genética, y en forma de quiste son capaces de dispersarse y ajustar su ciclo de vida a los factores ambientales hasta que sean los óptimos para su germinación. Es decir, la fase bentónica posibilita la

Estas algas son capaces de ajustar su ciclo de vida a los factores ambientales y esperar hasta que sean los óptimos para su germinación

recurrencia anual de las proliferaciones y protege a las microalgas de las condiciones adversas. De modo que conocer esta fase, muy diferente según la especie, es imprescindible para desarrollar estrategias de gestión y mitigación, de forma paralela a la vigilancia. De hecho, éste es un objetivo de estudio importante en los recientes proyectos de investigación, como por ejemplo el proyecto europeo SEED. En la gestión de las PAN hay que incluir además el bentos, el conjunto de orga-

Las PAN, cada vez más presentes



En los dos mapas se observa el aumento global de la presencia de especies causantes de PSP y la detección confirmada de estas toxinas en marisco en las tres últimas décadas.

nismos animales y vegetales que viven en contacto con el fondo del mar, pues se trata de un factor clave en el éxito de proliferación y expansión de una especie, y aún necesita una investigación sólida.

¿Están aumentando las PAN?

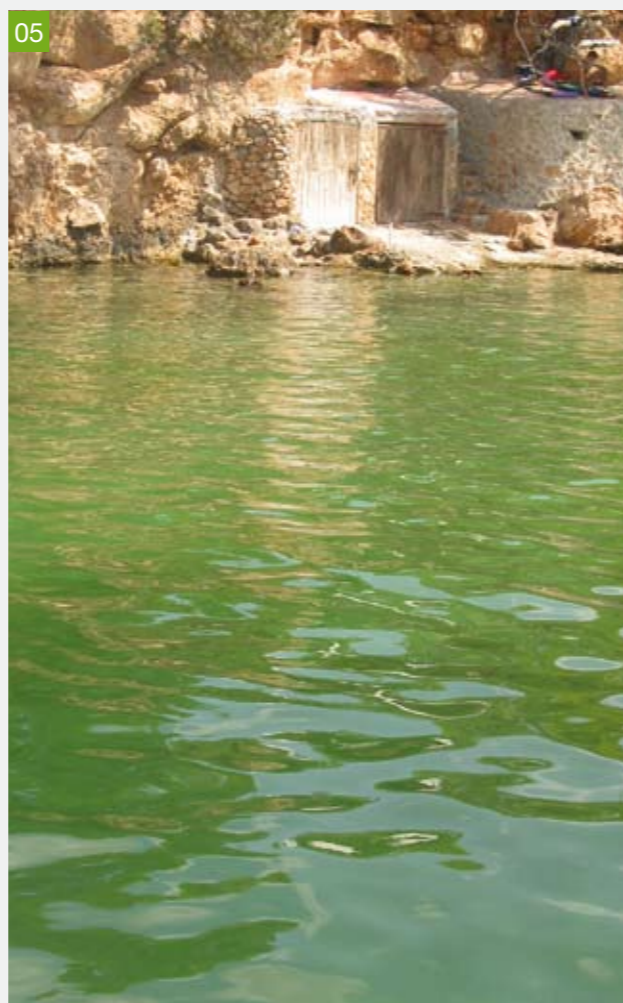
Los científicos expertos han detectado en las últimas décadas un aumento en frecuencia, intensidad y distribución geográfica de este fenómeno. Y como a veces pasa, no hay una opinión común al respecto. Por un lado, algunos científicos atribuyen este aumento a un incremento en el estudio y la vigilancia de las PAN a través de los sistemas de monitoreo, y también a un mayor uso de la costa tanto por parte de las piscifactorías como por parte del turismo, lo cual ha llevado, según ellos, a una mayor percepción del fenómeno y, por consiguiente, a la sensación de que las PAN han aumentado. Sin embargo, la mayor parte de la comunidad científica certifica el aumento de las proliferaciones algales como consecuencia del incremento de las actividades antropicas en la costa, las cuales multiplican

04 Peces muertos a causa de una proliferación algal nociva (PAN).

05 Algunas PAN sólo tienen el agua de un color poco agradable, pero otras son tóxicas.

06/07 "Bloom" de *Alexandrium taylori* en la playa de l'Estartit, en Girona.

08/09 "Bloom" de *Alexandrium catenella* en el puerto de Tarragona.



La demanda de zonas de recreo costeras, como puertos y playas con espigones, donde la tasa de renovación del agua es baja, favorece el aumento de los "blooms"

el riesgo potencial de sufrir proliferaciones algales nocivas al estimularlas a través de la eutrofización de las aguas costeras. También la creciente demanda de zonas de recreo costeras, sobre todo playas con espigones, o puertos y zonas de amarre para embarcaciones, favorece la formación de zonas donde la tasa de renovación del agua es baja, una de las condiciones para que los "blooms" se desarrollen. Otro factor importante es la dispersión geográfica de especies tóxicas, a través de sus formas resistentes y vegetativas, por embarcaciones de recreo, productos de la mari-



cultura, aguas de lastre o incluso a través de residuos plásticos flotantes. Esta facilidad en el transporte y la dispersión de las microalgas a cortas, medias y largas distancias, junto con el aumento de factores de riesgo ligados a actividades humanas y al incremento de aguas confinadas favorables al ciclo vegetativo de los dinoflagelados y a la acumulación y viabilidad de sus fases resistentes, hace que ciertos litorales como el mediterráneo se conviertan en una gran área adecuada para la expansión de estas especies antes inexistentes. En definitiva, parece que las proliferaciones algales nocivas son cada vez más

comunes en nuestras costas y, por tanto, es posible que nos encontremos algún día con este fenómeno, especialmente en puertos y en calas resguardadas. Aunque en algunas ocasiones estas proliferaciones pueden ser tóxicas, debemos ser conscientes de que en general no tienen más consecuencia que el propio cambio de color, el cual, eso sí, puede resultar molesto y estropear un plácido día de navegación. En cualquier caso, tanto los científicos como las autoridades pertinentes en la vigilancia de la calidad de las aguas de baño están monitoreando playas y puertos para evitar posibles riesgos asociados con proliferaciones algales tóxicas, a la vez que están estudiando las mejores medidas para gestionar las PAN.

