

Las Mareas Rojas¹

Jorge R. Rey²

¿Qué Son Las Mareas Rojas?

Las mareas rojas son causadas por aumentos anormales (florecimientos) en la concentración de ciertas algas y otros organismos microscópicos en la columna de agua que pueden causar cambios en el color del agua debido a los pigmentos contenidos en los microorganismos (Cuadro 1). Algunos de estos organismos, también contienen toxinas que pueden hacer daño a los humanos, ya sea directamente, o a través del consumo de moluscos, crustáceos, o peces contaminados.



Cuadro 1. Marea roja en la costa de California Credits: Alejandro Diaz

Actualmente, el término "florecimiento de algas nocivas" (FAN) se prefiere sobre "marea roja" ya que los florecimientos no siempre son rojos y no tienen relación directa con las mareas, y porque el término "marea roja" incluye muchos florecimientos que no son nocivos, pero excluye algunos que son tóxicos pero no descoloran el agua (por ejemplo, algunas especies altamente tóxicas pueden causar problemas en concentraciones suficientemente bajas que no causan cambios perceptibles en el color del agua).

Otros nombres usados para las mareas rojas incluyen "agua amarga" o "aguji" (México, Cuba), "tinguí" (Cuba), aguaje" (Perú) "huirihue" o "virigüe" (Chile), "el turbio" (Venezuela), y "purga do mar" en Galicia.

Los FANs ocurren en todo el mundo y son causados por un gran número de factores poco conocidos lo cual hace difícil predecir su ocurrencia o mitigar sus efectos. Nadie conoce la combinación exacta de factores que causan FANs pero algunos expertos creen que temperaturas altas, en combinación con poco viento y baja precipitación a veces son la fuente de algunos florecimientos. Se discute que algunos FANs pueden ser causados por el sobre-enriquecimiento de las aguas costeras por escurrimiento rico en fertilizantes provenientes de

1. Este documento, ENY851S (IN767), es uno de una serie de publicaciones del Departamento de Entomología y Nematología, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). Fecha de primera publicación: Febrero, 2008. Visite nuestro sitio web EDIS en <<http://edis.ifas.ufl.edu>>.

2. Jorge R. Rey, professor, UF, Entomology and Nematology Department, Florida Medical Entomology Laboratory, Vero Beach, FL, 32962

jardines, carreteras, y cosechas; por cambios en los cocientes de diferentes nutrientes; o por la reducción en poblaciones naturales de animales que consumen el plancton debido a productos tóxicos tales como los insecticidas y herbicidas, pero no hay evidencia científica que confirme o impugne estos mecanismos como causas de FANs. También puede existir un vínculo entre los FANs y acontecimientos meteorológicos extremos tales como los huracanes, sequías e inundaciones.

Los Dinoflagelados

Los dinoflagelados forman parte de gran y diverso grupo de organismos microscópicos, y normalmente unicelulares, que se clasifican con protistas (organismos celulares que no se pueden clasificar estrictamente como hongos, plantas, o animales). Generalmente tienen dos extensiones en forma de látigo (los flagelos) de diferentes tamaños, las cuales usan para la locomoción y causan la característica trayectoria natatoria en espiral. Algunos dinoflagelados son fotosintéticos y de vida libre, otros son autotróficos y/o simbióticos con protozoos y animales marinos, algunos son depredadores, y algunos son parásitos.

Grandes floraciones de dinoflagelados a veces imparten un color rojizo a las aguas y crean las conocidas "mareas rojas". La marea roja de Florida es causada principalmente por el dinoflagelado *Karenia brevis*, mientras que en la parte norte de la costa occidental de Norteamérica el mayor culpable es otro dinoflagelado conocido como *Alexandrium tamarense*.

La especie más frecuentemente asociada con la ciguatera es el dinoflagelado fotosintético *Gambierdiscus toxicus* (Cuadro 1). Esta especie normalmente vive como epifita en otras algas mayores o en la superficie de corales muertos. Aunque puede dispersarse a nuevas regiones en pedazos de algas flotantes, esta especie no forma parte de las mareas rojas.

Biotoxicidad

Productos tóxicos producidos por organismos asociados con FANs son a menudo concentrados por filtración o bioacumulación (cuando la tasa de

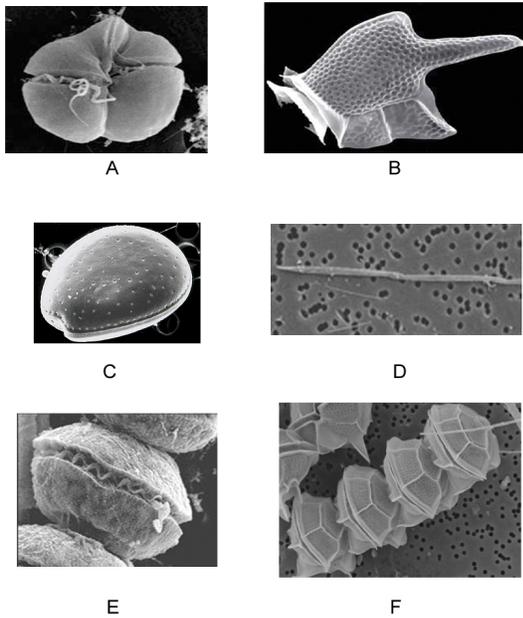
absorción de una sustancia en un organismo es mayor que la tasa de eliminación) por muchos organismos marinos, incluyendo peces e invertebrados. A menudo, los animales no muestran señales visibles de contaminación, lo cual hace imposible distinguirlos a simple vista de animales no contaminados. Moluscos bivalvos tales como las ostras, ostiones, mejillones, y almejas son especialmente vulnerables a acumular concentraciones tóxicas de estos productos ya que ellos se alimentan filtrando grandes cantidades de agua, lo cual les permite obtener y concentrar apreciables cantidades de los organismos que producen las toxinas. Como resultados, grandes cantidades de los venenos se ligan a los tejidos de los animales o se concentran en sus órganos.

Los peces también puede acumular toxinas directamente (peces planctívoros), o por bioacumulación a través de la cadena trófica. Estos peces tóxicos, a su vez, pueden envenenar a mayores peces depredadores, aves, mamíferos marinos, y a humanos. Las toxinas a menudo son concentradas en los órganos internos de los peces, lo que hace su consumo particularmente peligroso.

Se asocian varios tipos de síndromes tóxicos con FANs. Entre los más comunes se encuentran:

Envenenamiento Amnésico por Mariscos - EAM (*Amnesic Shellfish Poisoning, ASP*) es causado por el ácido domoico producido por varias especies de diatomeas (*Pseudo-nitzschia* spp. – Cuadro 2). Las toxinas de EAM han sido detectadas en mariscos de Canadá, California, Washington, Oregón, Maine y Massachusetts, y diatomeas tóxicas han sido colectadas en las aguas costeras de Florida. El envenenamiento puede causar la muerte en menos de 24 horas. Los síntomas incluyen, náusea, vómitos y dolores estomacales. Síntomas neurológicos más serios pueden incluir mareos, dolores de cabeza, convulsiones, desorientación, pérdida de memoria a corto plazo, dificultad/insuficiencia respiratoria, y coma.

Envenenamiento Diarreico por Mariscos – EDM (*Diarrhetic shellfish poisoning, DSP*) puede ocurrir en todo el mundo y es causado por el ácido okadaico y sus productos análogos producido por *Dinophysis* spp. y *Prorocentrum lima* (Cuadro 2). Los



Cuadro 2. Algunas especies tóxicas del plancton marino: (A) *Karenia brevis*, (B) *Dinophysis caudata*, (C) *Prorocentrum lima*, (D) *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, (E) *Alexandrium monilatum*, (F) *Pyrodinium bahamense*. Credits: Fotos individuales - Florida Fish and Wildlife Conservation Commission.

síntomas incluyen diarrea, náusea, vómitos, dolores de estómago y escalofríos. Los pacientes por lo general mejoran en 72 horas. Varias especies de *Dinophysis* existen en Florida.

Envenenamiento Paralizante por Mariscos - EPM (*Paralytic shellfish poisoning; PSF*) tiene distribución mundial y puede afectar a humanos, aves, peces, y mamíferos marinos. Produce síntomas gastrointestinales y neurológicos como resultado de envenenamiento con saxitoxinas producidas por dinoflagelados, especialmente *Alexandrium* spp., *Gymnodinium catenatum*, y *Pyrodinium bahamense* (Cuadro 2). La presentación de los síntomas es rápida (entre 30 minutos y 12 horas) e incluyen hormigueo o entumecimiento de los labios, las encías, la lengua, la cara, el cuello, los brazos, las piernas y los dedos de los pies; mareo; y visión borrosa. Luego, los síntomas pueden progresar a entumecimiento general, ataxia, somnolencia, falta de coordinación, fiebre, y salpullido. En casos más serios, dificultad respiratoria, sensación de ahogo, lenguaje confuso y mal articulado, fallo respiratorio y muerte pueden ocurrir dentro de 2-12 horas. Otros síntomas

incluyen dolor de cabeza, náusea, vómitos y anuria. EPM es un problema serio en ambas costas de Estados Unidos, incluyendo a Florida.

Envenenamiento Neurotóxico por Mariscos – ENM (*Neurotoxic shellfish poisoning; NSP*). El ENM causa síntomas parecidos a los de la ciguatera (diarrea, vómitos, supersensibilidad al frío, inversión de las sensaciones de frío y calor (lo caliente se siente frío y lo frío caliente), entumecimiento o cosquilleo en las extremidades y/o en los labios, mareo, ataxia, temblores, rigidez en los músculos, supersensibilidad en los pezones, depresión, picazón, y dolor muscular – Rey 2007) pero menos severos. Es causado por brevetoxinas producidas por *Karenia brevis*, un dinoflagelado que ocurre principalmente en el Golfo de México, en ambas costas de Florida, y en las Carolinas (Cuadro 2). Florecimientos de *K. brevis* pueden aniquilar millones de peces y aves en solo unos días, y pueden durar varias semanas. Además de transmisión por peces y mariscos contaminados, la toxina puede ser diseminada por el aerosol producido al romper las olas, y puede causar problemas respiratorios y síntomas parecidos a los del asma.

Impacto

Los FANs pueden tener consecuencias serias sobre la salud humana, el medio ambiente, las economías regionales y locales, y puede causar impactos en las comunidades naturales, ya sea directamente, o indirectamente debido a la producción de biomasa excesiva. Algunos florecimientos pueden causar mortalidad a poblaciones naturales de peces, aves y mamíferos marinos incluyendo especies protegidas o en peligro de extinción, pueden dañar los arrecifes coralinos y las praderas submarinas, y empeorar la calidad de las aguas. También pueden causar gran variedad de impactos menos obvios incluyendo disminución en los niveles reproductivos de algunas especies, y mayor susceptibilidad a la depredación en otras.

Florecimientos de algas nocivas pueden tener grandes impactos económicos al afectar a las industrias y negocios de mariscos y pesca, el turismo, y las operaciones de acuicultura. FANs también pueden tener impactos directos en la calidad de vida

de millones de personas que viven cerca de las áreas afectadas, a veces por largos periodos de tiempo, y pueden resultar en deterioro de algunas relaciones sociales y prácticas culturales ligadas a los recursos costeros (Jewett y cols. 2007).



Mitigación y Control

En el presente, la mayoría de los esfuerzos de mitigación y control de FANs están dirigidos a disminuir sus efectos sobre las industrias marinas y no sobre la salud humana (Kim 2006). Las estrategias de mitigación se pueden dividir entre *estrategias precautorias* y *control de florecimientos*.

Estrategias de Precautorias

Monitoreo. Incluye la identificación de especies y monitoreo de abundancia, bioensayos de toxicidad, y compilación de datos meteorológicos y oceanográficos para poder proveer advertencia previa y para construir, probar, y validar modelos matemáticos predictivos.

Pronóstico. Existen algunos modelos predictivos de transporte y dinámica poblacional de FANs que permitirían a entidades afectadas tomar medidas para prevenir o disminuir daños (p. ej. Allen 2004). No obstante, hasta ahora, modelos predictivos verdaderamente operacionales de las dinámicas poblacionales y de transporte de especies importantes aún no han sido desarrollados.

Medidas de Emergencia. Incluyen adelantar la cosecha, reducir los alimentos, transportar peces a sitios “seguros”, y uso de sistemas de bombas de arcilla y aspiradoras para reducir los efectos en especies en cultura. Para los humanos, las medidas pueden incluir quedarse bajo techo para personas con problemas respiratorios, y no comer frutos del mar provenientes de sitios afectados por FANs.

Control de Florecimientos

Control Biológico. Es el uso de especies que se alimentan de, infectan, o pudren especies que causan FANs. Estos incluyen copépodos y ciliados que consumen algas y dinoflagelados, y algunos virus, parásitos, y bacterias que son prometedoros como agentes de control debido a que son abundantes en ecosistemas acuáticos y marinos y tienen tasas de reproducción altas. Los obstáculos mayores a su uso son la falta de criaderos de alto volumen, y problemas logísticos relacionados con su almacenaje y despliegue en el campo.

Control Químico. Se han probado muchos productos químicos para matar o reducir el número de células de especies relacionadas con FANs. Entre estos se encuentran el sulfato de cobre, esteroides, hipoclorito de sodio, hidróxido de magnesio y muchos otros. Por lo general, la mayoría de los productos han sido demasiado caros y demasiado generalistas (causan daños a otros componentes no-blancos del ecosistema), para usarlos contra los FANs.

Control Físico. El control físico incluye eliminación de las células nocivas por medio de filtración, rascado de la superficie, ultrasonido, electrolisis, y métodos similares. Por varias razones, la mayoría de estas técnicas no han dado buenos resultados para el control de los FANs. Una prometedora estrategia no química es el tratamiento de florecimientos con arcillas floculantes que capturan partículas del agua, incluyendo las células tóxicas, y las trasladan a los sedimentos en el fondo. Las consecuencias ambientales de esta estrategia aún no han sido evaluadas.

Precauciones

Se pueden tomar algunas precauciones para prevenir enfermedad y molestia debido a los FANs.

Estas incluyen:

- Manténgase alejado de aguas donde se han reportado FANs o si el agua tiene color anormal, espuma o contiene peces muertos.
- No coma, pesque, ni use peces u otros organismos provenientes de esas aguas.
- No permita que sus animales domésticos se bañen en esas aguas, ni que beban o coman peces de ellas.
- Si tiene contacto con el agua, enjuague el área lo más pronto posible con agua limpia.
- Si sufre molestias respiratorias cuando está cerca del agua, moverse poca distancia más lejos frecuentemente alivia los síntomas. Si el caso es más severo, o cuando no es posible moverse a mayor distancia, se recomienda quedarse bajo techo y aire acondicionado lo más posible mientras existan las condiciones de FAN.
- No coma peces ni mariscos de sitios donde se han reportado FANs recientemente.
- No consuma los órganos internos de peces.

Referencias Bibliográficas

Allen J.C. 2004 Multiparameter ecosystem models as tools for process modeling and prediction of HABs in fjords and coastal embayments. In: GEOHAB Open Sci Meeting. HABs in fjords and coastal embayments. Valparaiso, Chile. Abstracts, pp 20–2.1

Desai, J.D. and Banat, I.M. 1997. Microbial production of surfactants and their commercial application. *Microbiol. Mol. Biol. R.* 61, pp. 47–74.

Jewett, E.B., Lopez, C.B., Dortch, Q., and Etheridge, S.M. 2007. National Assessment of Efforts to predict and Respond to Harmful Algal Blooms in U.S. Waters. Interim Report. Interagency

Working Group on Harmful Algal Blooms, Hypoxia, and Human Health of the Joint Subcommittee on Ocean Science and Technology. Washington, DC.

Kim, H.G. 2006. Mitigation and Control of HABs. Pp. 327- 338 In: E. Granéli and J.T.Turner (Eds.) *Ecology of Harmful Algae, Ecological Studies*, Vol. 189 Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Rey, J. R. 2007. Ciguatera. University of Florida, IFAS, EDIS IN742; <http://edis.ifas.ufl.edu/IN742>