

Jorge A. Ruiz-Vanoye y Ocotlán Díaz-Parra



CÚMULOS de zonas muertas en el mar



Las zonas muertas en el mar representan un problema mundial porque provocan la disminución de la vida marina en el área afectada. Son generadas por fenómenos naturales, el derrame fluvial de fertilizantes, la quema de combustibles fósiles, los desechos orgánicos industriales y la disminución de oxígeno disuelto en el mar.

Las zonas muertas en el mar son áreas donde existe exceso de nutrientes químicos (eutroficación) o falta de oxígeno (hipoxia), que evitan que la vida marina se mantenga; se crean por fenómenos naturales geoquímicos y por la acción directa del hombre. La falta de vida marina provoca la escasez de alimentos marinos o el encarecimiento de los precios de los productos marinos, ya que los pescadores tienen que viajar mayores distancias para obtener las especies marinas que venden. Si el número de zonas muertas en el mar sigue creciendo, es posible que se extingan algunas especies marinas. Las zonas muertas se generan también en lagos y ríos.

Exceso de nutrientes químicos (eutroficación)

El principal fenómeno natural que produce zonas muertas en el mar es el enriquecimiento de las aguas por nutrientes (fosfatos y nitratos), fenómeno conocido como eutroficación. Este exceso de nutrientes genera la proliferación de algas en la superficie marina, las cuales absorben el oxígeno del agua y no permiten que la luz solar llegue a las algas del fondo marino, produciendo su descomposición. Otra causa natural que provoca zonas muertas es la lluvia excesiva, que arrastra los pesticidas y fertilizantes aplicados al suelo.

Los factores que afectan el grado de eutroficación son: los climas cálidos, el calentamiento global, los cuerpos de agua poco profundos o de bajo caudal, las precipitaciones abundantes que arrastran nutrientes de los suelos a los ríos, los suelos arcillosos que drenan pobremente el agua de las lluvias, y algunas bacterias en el agua que al no contar con oxígeno generan ácido sulfídrico, lo que produce una aceleración de la muerte de los organismos marinos cercanos. La mayoría de las zonas muertas naturales aparecen cada año en verano, debido al calentamiento natural del agua en esa estación.

Falta de oxígeno (hipoxia)

El fenómeno de la hipoxia se produce cuando la concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar no sobrepasa los 2 ml de oxígeno por litro. Es decir, si la concentración de oxígeno es entre 0.1 y 2 ml de oxígeno por litro es posible que en esa zona existan desiertos marinos. Por otro lado, si la concentración de oxígeno es



de 6 ml de oxígeno por litro, en esa zona pueden existir muchos animales marinos.

Las zonas muertas que los humanos producen se deben principalmente al derrame fluvial de fertilizantes, a la quema de combustibles fósiles, a los desechos orgánicos de las industrias (petroquímica, cañera, papelera, las metálicas básicas, la de fertilizantes, alimentaria, textil, ganadera y acuícola de salmones, entre otras) arrojados a los ríos y a los mares, y a la disminución de oxígeno disuelto.

En este artículo mostramos dónde se encuentran el mayor número de zonas muertas en el mar (Figura 1), las cuales se han extendido desde hace muchos años. Estas zonas han afectado una superficie total de 245 000 kilómetros cuadrados y los ecosistemas marinos (Díaz y Rosenberg, 2008). La superficie total mundial marina afectada es pequeña si la comparamos con los 3 149 920 kilómetros cuadrados de mar con los que cuenta México, pero es necesario estar en alerta del crecimiento de las zonas muertas en el mar.

Zonas muertas en el mundo

La aparición de zonas muertas en los mares mexicanos se está dando paulatinamente y obedece a las

descargas de fertilizantes, a la quema de combustibles fósiles, a los desechos orgánicos industriales sin tratamiento adecuado provenientes de las empresas que se encuentran alrededor de los ríos, así como a las descargas de drenajes de diversos ríos del norte del Golfo de México. Afortunadamente en nuestro país las zonas muertas sólo se presentan durante la temporada de lluvias, pero provocan pequeñas áreas con falta de oxígeno. Otro aspecto importante es que los mares mexicanos registran diversas concentraciones de oxígeno que están dentro de los niveles más altos, con lo cual es posible tener una producción pesquera importante. La zona hipóxica del norte del Golfo de México es la tercera del mundo por su tamaño, y a mitad del verano cubre un área del fondo del océano de 3 000 a 4 000 millas cuadradas. Además, en el sureste mexicano aparecen en ciertas temporadas zonas muertas en el mar que es necesario monitorear: una está ubicada en la Sonda de Campeche (latitud 18.67, longitud -92.91) con un área aproximada de 55 km², y la segunda en la Bahía de Chetumal (latitud 18.333, longitud -88.083).

En las costas de Luisiana y Texas (Estados Unidos de América) se encuentra una de las regiones con mayores casos de hipoxia del Golfo de México y del mundo. La hipoxia en estas regiones (Figura 2) es causada



Figura 1. Mapa general de zonas muertas (WRI, 2014). Los puntos rojos indican la ubicación de la zona muerta.



Figura 2. Mapa de zonas muertas (WRI, 2014). Los puntos rojos indican la ubicación de la zona muerta.

por factores naturales y humanos. Los bajos niveles de oxígeno (1.4 ml de oxígeno por litro) sofocan a langostinos, cangrejos, caracoles, almejas, estrellas de mar, gusanos y camarones. En la cuenca del río Mississippi se drenan 3 200 000 kilómetros cuadrados de agua dulce, desechos orgánicos industriales, sedimentos y nutrientes. La descarga de este río crea una disposición horizontal de las capas por el depósito de sedimentos o materiales (estratificación) de la columna del agua (el agua flota sobre el agua más densa y salada del golfo). La estratificación y los altos niveles de nitrógeno, fósforo, silicio y fertilizantes de tierras de cultivo provocan la disminución del oxígeno en el mar. Los fertilizantes contenidos en la estratificación permiten el crecimiento de plantas microscópicas o algas (fitoplancton) que al morir se descomponen en aguas profundas del golfo, lo que hace disminuir el oxígeno que pudiera haber en esa zona. La cantidad de nitrógeno transportada por la cuenca del Mississippi se ha triplicado en los últimos años. En Estados Unidos, en la Bahía de Chesapeake (en la que desaguan más de 150 ríos), en el Canal de Long Island y en el Canal de Albemarle-Pamlico, las algas producen en la actualidad más dióxido de carbono del que producían históricamente y las condiciones de agotamiento de oxígeno han empeorado.

En el mar Caribe, en la zona entre las islas Cubagua y Margarita perteneciente a la plataforma continental del Oriente de Venezuela (fosa de Cariaco), existe otra concentración de zonas muertas.

Otras zonas muertas se encuentran en mares como los fiordos noruegos y el Mar Negro, donde la concentración de oxígeno puede oscilar entre 0.1 y 2 ml de oxígeno por litro; en otras palabras, son desiertos marinos. En los mares Negro, Báltico y Adriático existe actualmente un crecimiento del número de algas, lo que ha provocado la disminución de las concentraciones de oxígeno (Figura 3).

Japón es uno de los países líderes en captura y producción pesquera debido a que en sus mares pueden encontrarse concentraciones de 6 ml de oxígeno por litro. En 2013, cerca de Japón, aumentó la probabilidad de creación de nuevas zonas muertas en el mar por el desastre de la planta nuclear de Fukushima; actualmente se realizan experimentos para saber si estas zonas ya han aparecido. El Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón ha señalado que diariamente se arrojan al subsuelo 1 000 toneladas de agua, 300 de las cuales contienen sustancias altamente radiactivas que llegan al océano Pacífico (Figura 4).

Conclusiones

El crecimiento de zonas muertas en el mar tiene consecuencias sobre los recursos marinos necesarios

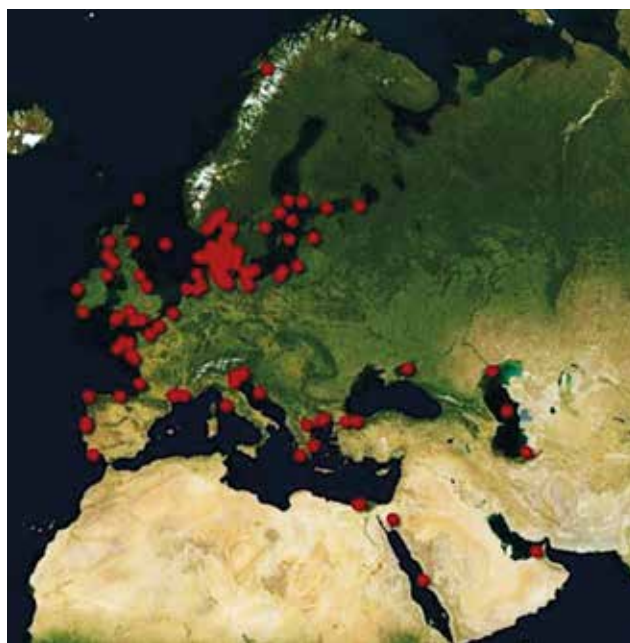


Figura 3. Mapa de zonas muertas (WRI, 2014). Los puntos rojos indican la ubicación de las zonas muertas.



Figura 4. Mapa de zonas muertas (WRI, 2014). Los puntos rojos indican la ubicación de las zonas muertas.

para la supervivencia del ser humano. Por ello, es necesario realizar modificaciones efectivas en las políticas de los países en materia de derrame de contaminantes al mar, quema de combustibles fósiles, desechos orgánicos industriales, y la disminución de oxígeno disuelto en el mar.

Se requiere también cambiar los hábitos de comportamiento con el fin de evitar que se extingan



diversas especies marinas y el consecuente desequilibrio que esto podría provocar en el planeta. Además, hay que mejorar la purificación del agua residual e industrial que se vierte a los ríos, lagos y mares; proteger más el agua potable y aumentar la oxigenación de aguas profundas (bombeo de agua oxigenada al mar), entre otros aspectos. En México no existen aún tantas zonas muertas como en otras regiones, pero es necesario ir pensando en actividades preventivas como la creación o modificación de los procedimientos actuales de una institución que se encargue efectivamente de monitorear los recursos naturales marítimos con que cuenta el país, y realizar acciones correctivas para evitar este tipo de problemas.

Jorge A. Ruiz-Vanoye obtuvo el grado de doctor en Ciencias Computacionales en 2008 por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET). Ha trabajado en el Instituto de Investigaciones Eléctricas y en otras instituciones y compañías. Ha dado clases en diversas universidades mexicanas desde 1996. Actualmente es profesor investigador en la Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR) y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I (2013-2015).

www.ruizvanoye.com.

Ocotlán Díaz-Parra obtuvo el grado de doctora en Ciencias Aplicadas en 2008 por el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Ha trabajado en PEMEX y en otras compañías. Ha dado clases en diversas universidades mexicanas de reconocido prestigio. Actualmente es profesora investigadora en la Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR) y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, nivel I (2014-2016).

www.diazparra.net.

Bibliografía

Diaz, R. J. y R. Rosenberg (2008), "Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems", *Science*, 321(5891):926-929.

World Resources Institute, Mapa Interactivo Eutrophication & Hypoxia. Disponible en: <www.wri.org/project/eutrophication/map>. Consultado el 13 de febrero de 2014.

