

4. ECONOMÍA Y POLÍTICA

BIOTOXINAS MARINAS EN MÉXICO: UN PROBLEMA AMBIENTAL Y DE SALUD PÚBLICA

M Reyes-Tapia Héctor^{1}, Reyes-Valtierra Ricardo Emmanuel²*

¹ Laboratorio Estatal de Salud Pública de Sinaloa. ² Facultad de Biología en la Universidad Autónoma de Sinaloa. Estudiante de licenciatura en Biomedicina.

Contacto: heter1704@hotmail.com

Palabras clave: Biotoxina, FAN, Intoxicación

Introducción

Las microalgas planctónicas de los mares son fuente de alimentación para los mariscos bivalvos que se alimentan por filtración (almejas, ostras, mejillones y vieiras), así como para otras especies marinas (crustáceos y peces) importantes desde el punto de vista económico. De las más de 5000 especies de algas marinas existentes, aproximadamente 300 pueden presentarse en cantidades elevadas (floraciones) que decoloran la superficie del mar, en las denominadas “mareas rojas” (1). Las microalgas que ocasionan las Floraciones de Algas Nocivas (FAN) necesitan de luz (que aporta el sol) y nutrientes del ambiente, la mejor época para ocurrir una floración es en primavera-verano, pero pueden ocurrir también en otras estaciones del año, siendo el invierno el período menos probable. Los eventos de FAN afectan a una amplia variedad de organismos acuáticos (tanto de agua dulce como marinos) incluidos los organismos silvestres y organismos cultivados, así como a los humanos como consumidores finales (Figura 1) (2).

Clasificación de las biotoxinas marinas

Desde el punto de vista biosintético, las ficotoxinas pertenecen a varias clases, incluidos los aminoácidos (ácido domoico, DA), alcaloides (saxitoxina, STX y tetrodotoxina, TTX) y policétidos todas las demás (3). Las biotoxinas marinas lipofílicas pueden subclasificarse por su estructura química en azaspirácidas (AZA), yesotoxina (YTX), pectenotoxina (PTX), y el grupo del ácido ocadaico (OA). De acuerdo a la sintomatología de intoxicación también se clasifican como intoxicación amnésica por mariscos (ASP-DA), intoxicación paralizante por mariscos (PSP-SXT), intoxicación neurotóxica por mariscos (NSP-BTX) e intoxicación diarreica por mariscos (DSP-OA) (4,5).

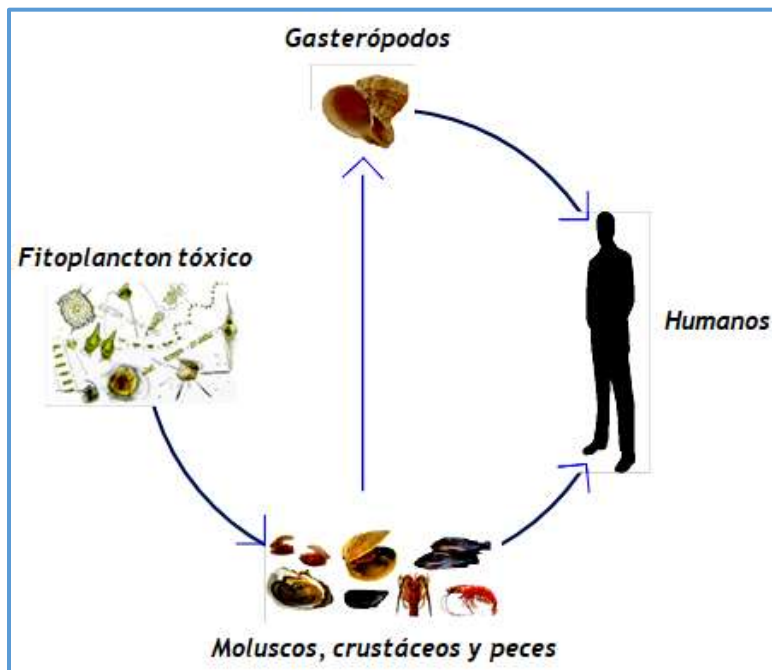


Figura 1. Vías generalizadas de intoxicación humana por biotoxinas a través del consumo de especies marinas que se alimentan del fitoplancton, y gasterópodos carnívoros carroñeros (1,2).

Microalgas productoras de biotoxinas marinas

Las toxinas productoras de PSP son solubles en agua y son producidas principalmente por dinoflagelados del género *Alexandrium*, por ejemplo; *A. tamarense*, *A. minutum* y *A. catenella*. Las toxinas productoras de NSP, son neurotoxinas poliéter cíclicas, estables al calor y a los ácidos, solubles en lípidos y producidas por el dinoflagelado *Gymnodinium breve* hoy conocida como *Karenia brevis*. Las toxinas productoras de ASP son aminoácidos cíclicos solubles en agua, y son producidas por algas del género *Chondria* y diatomeas del género *Pseudo-nitzschia*. De las productoras de ASP, la diatomea *Pseudo-nitzschia pungens* es una de las especies más importantes. Las toxinas productoras de DSP generalmente son producidas por especies del género *Dinophysis*. Sin embargo, algunas especies del género *Prorocentrum* producen toxinas de este grupo (Figura 2) (6). Cabe mencionar que todas estas biotoxinas se encuentran formando grupos como estructuras análogas o isoméricas como en el caso de las ASP.

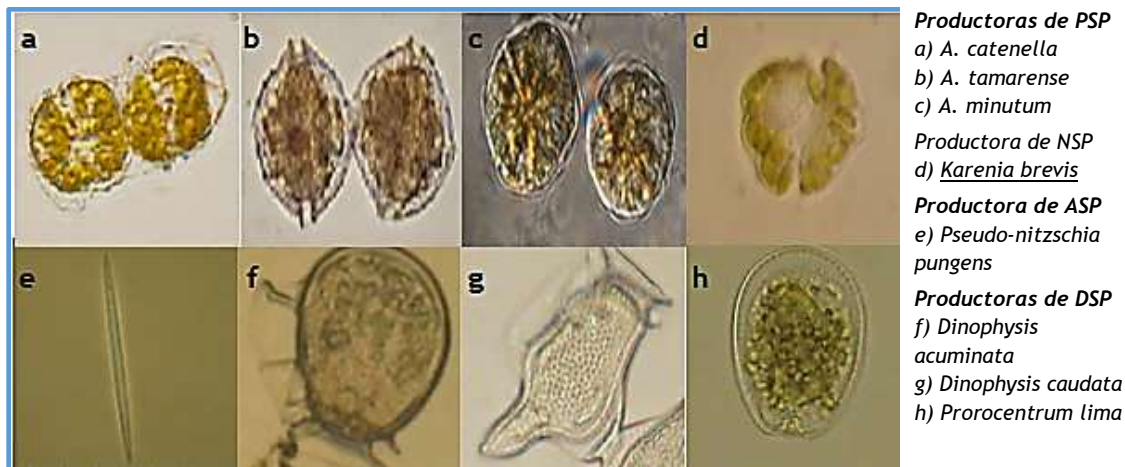


Figura 2. Microfotografías (tomadas con microscopio invertido de luz) de especies de microalgas productoras de biotoxinas marinas (7).

Síntomas característicos por intoxicación

Consumir moluscos bivalvos contaminados por estas biotoxinas marinas pueden provocar intoxicaciones con síntomas que van desde malestar gastrointestinal, náuseas, vómitos y dolor abdominal (síntomas típicos de diarrea), amnesia, ataques, coma y muerte (8), la intoxicación más severa es causada por SXT cuyos síntomas pueden aparecer en 2 horas y durar hasta 10 horas después del consumo de un alimento contaminado. Los primeros síntomas incluyen entumecimiento u hormigueo en la cara, brazos y piernas, seguido de dolor de cabeza, mareos, náuseas, y pérdida de coordinación. La intoxicación grave por SXT provoca insuficiencia respiratoria y muerte en un plazo de 2 a 12 horas. Los síntomas por brevetoxina (BTX) aparecen entre los 30 minutos y las tres horas con síntomas graves que pueden llegar a la broncoconstricción, parálisis, ataques y coma (5,9).

Reportes de intoxicaciones en todo el mundo

Desde el 2001 al 2015 en todo el mundo, existen registros de casos de intoxicación por biotoxinas marinas. En 1987 después de presentarse un brote de ASP en Canadá, no se han reportado más incidencias por esta toxina. Se han reportado más de 1200 casos de intoxicación por DSP y más de 400 casos por PSP. En América se han reportado 17 casos de intoxicación por NSP (10). Sin embargo, los sistemas epidemiológicos actuales tienen limitaciones cuando se trata de detectar y registrar de manera confiable las enfermedades que surgen por las biotoxinas marinas, resultando una subnotificación significativa del problema real de salud pública (11).

Vigilancia Sanitaria

El avance de la difusión marina de las biotoxinas en casi todos los mares del mundo, requiere la vigilancia constante de su aparición, como la vigilancia que lleva la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) desde el 2003, al igual que el resto del mundo, a fin de evitar los problemas de salud que podrían dejar secuelas permanentes en los consumidores de las especies marinas. Para proteger la salud pública, la COFEPRIS a través del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB) monitorea periódicamente la presencia y cantidad de fitoplancton tóxico, y coliformes fecales en cuerpos de agua de mar para el cultivo de moluscos bivalvos. El parámetro más importante y que da lugar al cierre precautorio temporal de zonas de cultivo de estas especies para consumo humano, es la determinación de biotoxinas marinas en moluscos (SXT, DA y OA). Los mejillones son los mejores organismos indicadores de contaminación por biotoxinas marinas debido a que son grandes filtradores y acumulan mayor cantidad de estas biotoxinas en sus vísceras. Los límites máximos de concentración para algunas biotoxinas marinas en mariscos son: 800 µg/kg para PSP-SXT por bioensayo en ratón, 20 mg/Kg para ASP-DA por cromatografía de líquidos de alta resolución acoplado a detector ultravioleta (HPLC/UV) y 0.16 mg/Kg para DSP-OA por cromatografía de líquidos acoplado a espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS) (12). La COFEPRIS no tiene establecidos los límites máximos para NSP, a pesar que desde el 2003 se han venido reportando florecimientos por *Karenia brevis* y la presencia de la toxina NSP en moluscos en las costas de Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas (Figura 3).

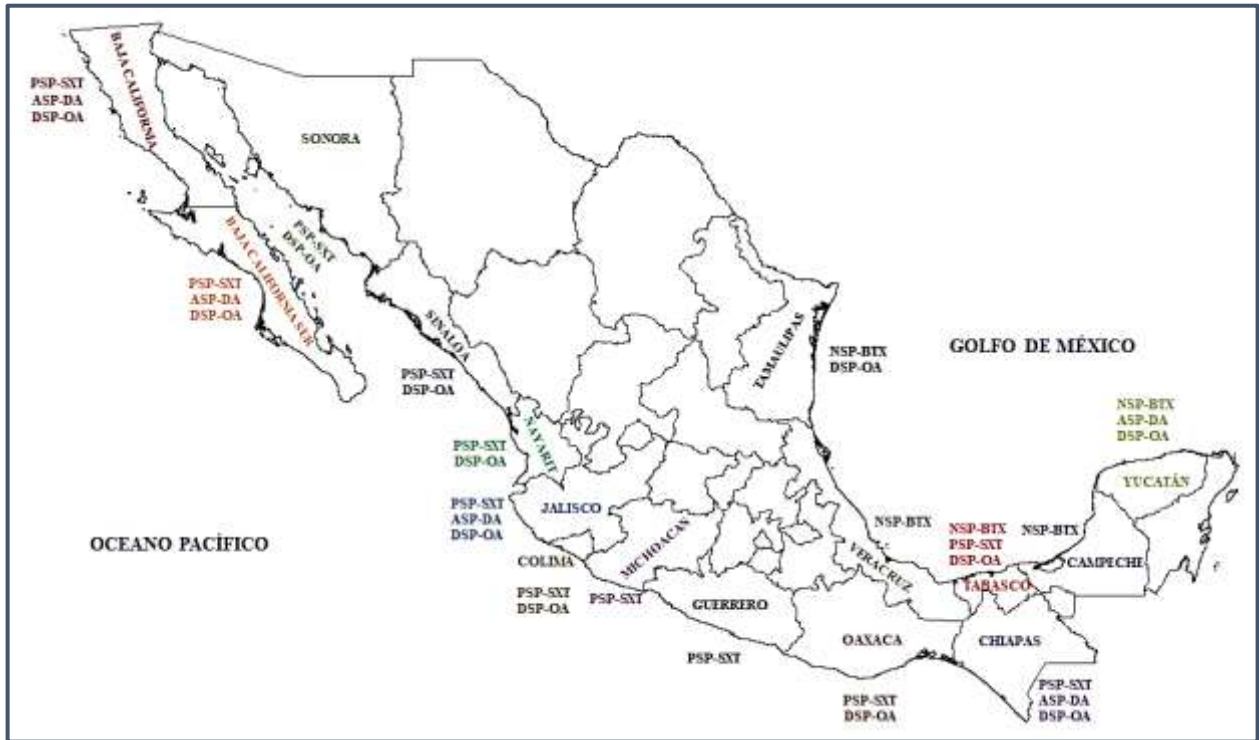


Figura 3. Distribución de biotoxinas marinas en el litoral mexicano (COFEPRIS, 2015) (12). PSP-SXT (intoxicación paralizante por moluscos-saxitoxina); NSP-BTX (intoxicación neurotóxica por moluscos-brevetoxina); ASP-DA (intoxicación amnésica por moluscos-ácido domoico); DSP-OA (intoxicación diarreaica por moluscos-ácido ocaidaico).

En el Pacífico mexicano, desde 1979 se han reportado intoxicaciones humanas por el consumo de mariscos contaminados con metabolitos tóxicos; además en los ecosistemas acuáticos, esos venenos también afectan a las especies marinas (12). Durante eventos de FAN ha habido mortandad masiva de peces, moluscos, aves, tortugas y mamíferos marinos. Igualmente, en el cultivo de crustáceos, moluscos y peces, afectando principalmente a la camaronicultura, acuacultura de moluscos bivalvos y engorda de atún (Tabla 1) (13,14). Estos fenómenos han ocasionado pérdidas millonarias debido a la prohibición de extracción y comercialización de productos marinos por vedas sanitarias que afectan el comercio de especies marinas para consumo nacional, así como las dedicadas a la exportación (2,12). Investigaciones recientes de otros países han venido reportando muchas otras especies de microalgas tóxicas o nocivas como: *Akashiwo sanguinea*, *Ceratium furca*, *Chaetoceros* spp. y *Gambierdiscus* spp., que han impactado las costas. De la mayoría de estas especies sólo existen registros del lugar del evento y su impacto en el medio ambiente y es sobre la base de literatura científica de otros países que se asume su potencial tóxico o nocivo (15).

Tabla 1. Antecedentes de presencia de FAN y biotoxinas marinas en costas nacionales (COFEPRIS, 2016) (14).

Año	Estado	Toxina	Impacto
2005	Tabasco	NSP-BTX	1 persona intoxicada
2007	Colima Baja California Jalisco	PSP-SXT FAN no tóxico DSP-OA	Mortandad de peces (1.5 t) Mortandad de peces, langostas y equinodermos Mortandad de peces y cangrejos
2008	Yucatán	FAN no tóxico	Mortandad de peces
2009	Chiapas Oaxaca Veracruz	PSP-SXT y ASP-DA PSP-SXT y DSP-OA NSP-BTX	Mortandad de peces Mortandad de peces Mortandad de peces (20 t)
2010	Oaxaca Guerrero	PSP-SXT PSP-SXT	23 personas intoxicadas 16 personas intoxicadas
2011	Baja California Sur Yucatán Quintana Roo Campeche Tamaulipas	FAN no tóxico FAN no tóxico No detectada NSP-BTX NSP-BTX	Mortandad de peces (50 t) Mortandad de peces Mortandad de peces (4 t) Mortandad de peces La prensa señala personas intoxicadas Mortandad de peces (30 t)
2012	Colima Sinaloa Chiapas Baja California Sur Jalisco	PSP-SXT Ictiotoxina Ictiotoxina, DSP-OA y ASP-DA Ictiotoxina Ictiotoxina	Mortandad de peces Mortandad de peces Mortandad de peces Mortandad de peces Mortandad de peces (5 t)
2015	Baja California Baja California Sur Yucatán Tamaulipas	PSP-SXT PSP-SXT FAN no tóxico NSP-BTX	Mortandad de aves y mamíferos acuáticos (4 lobos marinos) 5 personas intoxicadas Mortandad de peces Mortandad de peces (45 t)
2016	Guerrero Oaxaca Tamaulipas	PSP-SXT PSP-SXT NSP-BTX	Mortandad de tortugas Mortandad de cetáceos Mortandad de peces (45 t)

PSP-SXT (intoxicación paralizante por moluscos-saxitoxina); NSP-BTX (intoxicación neurotóxica por moluscos-brevetoxina); ASP-DA (intoxicación amnésica por moluscos-ácido domoico); DSP-OA (intoxicación diarreaica por moluscos-ácido ocadaico).
t (tonelada)

Medidas de control y prevención

Hoy en día, es un gran reto controlar la composición del fitoplancton en las áreas de cultivo, Además, no existe una manera fiable de predecir la proliferación de algas y fitoplancton para poder eliminar las especies toxigénicas. El plan de muestreo debe

tener en cuenta que la toxicidad de los moluscos puede aumentar desde niveles insignificantes hasta letales en menos de una semana, o incluso en menos de 24 horas en mejillones azules. También la toxicidad del molusco puede variar dentro de un área de cultivo según la geografía, las corrientes de agua y la actividad de las mareas. En la última década, se ha producido un aumento de biotoxinas marinas a nivel mundial, acumulándose en los peces y marisco que se alimentan de las algas productoras de biotoxinas. Debido a dicho aumento, el ser humano corre el riesgo de sufrir intoxicaciones al consumir, sobre todo, moluscos bivalvos, ya que las toxinas no alteran organolépticamente al alimento, y por si fuera poco, no existe tratamiento para eliminar la biotoxina una vez que ingresa a nuestro organismo (16).

La aparición de FAN asociado a la presencia de biotoxinas en especies marinas, aumenta el riesgo de contaminación ambiental y para la salud pública ya que estas especies marinas están destinadas al consumo humano, por lo que se hace pertinente la evaluación de riesgos por exposición alimentaria. Debido a la peligrosidad de las biotoxinas marinas, es necesario que las especies marinas con niveles de biotoxinas dentro de los valores permisibles destinados al consumo humano, estén sujetas a la vigilancia a largo y mediano plazo a razón del consumo regular y prolongado de estas especies (5).

En conclusión, el futuro inmediato será la de nuevas toxinas detectadas en aguas nacionales, tanto por la aplicación de nuevas metodologías como por la aparición y adaptación cambiante de microalgas productoras de toxinas, todo esto asociado al cambio climático y a las actividades humanas no controladas. Existen suficientes evidencias a nivel mundial, que la “eutrofización cultural” resultante de aguas domésticas, industriales y de desechos agrícolas puede estimular floraciones perjudiciales de algas. Es incluso posible, que especies de algas no habitualmente tóxicas, se conviertan en tales por exposición a regímenes con nutrientes atípicos como la deficiencia de fosfatos.

Las repercusiones ambiente-salud pública, deben gestionarse y mitigarse mediante estrategias de política, seguimiento, planes de contención, nuevas tecnologías e investigación científica que puedan contribuir a aliviar y minimizar los impactos negativos de las FAN y preservar los ecosistemas marinos y la salud humana.

Referencias:

1. Illnait- Hallegraeff G, Anderson D, Cembella A, Enevoldsen H. eds. (2003). In Hallegraeff G, Anderson D, Cembella A. Manual on Harmful Marine Microalgae 2nd edition. Paris: IOC Monographs on Oceanographic Methodology, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, No. 11, pp. 339-364.
2. Cortés D, Guzmán J, Francisco E, López S, Schmidt C, Erick J. Florecimientos algales nocivos: prevención, control y mitigación. Recursos Naturales y Sociedad. 2015; 1(4): 35-49.
3. Hess P. Requirements for screening and confirmatory methods for the detection and quantification of marine biotoxins in end-product and official control. Anal Bioanal Chem. 2010; 397(5): 1683-1694.
4. Kittler K, Preiss-Weigert A, These A. Identification Strategy Using Combined Mass Spectrometric Techniques for Elucidation of Phase I and Phase II in Vitro Metabolites of Lipophilic Marine Biotoxins. Anal. Chem.. 2010; 82(22): 9329-9335.
5. FAO, OMS. (2005). Biotoxinas marinas. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y5486s/y5486s00.pdf>.
6. Van der Fels-Klerx H, Adamse P, Goedhart P, Poelman M, Pol-Hofstad I, van Egmond H, Gerssen A. Monitoring phytoplankton and marine biotoxins in production waters of the Netherlands: results after one decade. Food Additives & Contaminants: Part A. 2012; 29(10): 1616-1629.
7. Espinoza J, Amaya O, Quintanilla R, Atlas de Fitoplancton Marino. 1ra. Ed. San Salvador; 2013.
8. Fang L, Yao X, Wang L, Li J. Solid-Phase Extraction-Based Ultra-Sensitive Detection of Four Lipophilic Marine Biotoxins in Bivalves by High-Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. Journal of Chromatographic Science. 2014; 53(2): 373-379.
9. Amade P, Mehiri M, Lewis R. Outstanding Marine Biotoxins: STX, TTX, and CTX. Outstanding Marine Molecules. Chemistry, Biology, Analysis 2014; 23-44.
10. Gerssen A., Global Food Security. 2017.
11. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Marine Biotoxins in Shellfish—Summary on regulated marine biotoxins. EFSA J. 2009, 1306, 1-23.
12. COFEPRIS. (2015). Plan de Contingencia para el Control de Biotoxinas Marinas. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/178793/Plan_de_contingencia_MB_ES_20151208_ESP.pdf
13. Aguilar J. Intoxicación alimentaria por Ingestión de mariscos contaminados. Salud Publica Mex. 1983; 25: 145-150.
14. COFEPRIS, (2016). Antecedentes de Presencia de Marea Roja en Costas Nacionales. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/178793/Plan_de_contingencia_MB_ES_20151208_ESP.pdf
15. Band-Schmidt C, Bustillos-Guzmán J, López-Cortés D, Núñez-Vázquez E, Hernández-Sandoval F. El estado actual del estudio de florecimientos algales nocivos en México. Hidrobiológica. 2011; 21(3): 381-413.
16. Erika. Biotoxinas marinas. 2013. Obtenido de: <file:///D:/2.%20Review%20BTX/berezi43Biotoxinas%20Marinas.pdf>