

Marea Roja

Por marea roja se entiende el fenómeno natural provocado por el incremento numérico de alguna o algunas microalgas en el agua, las que al ser el alimento de organismos marinos, como los moluscos bivalvos, pueden provocar daños en la salud de las personas que los consumen, además de pérdidas económicas para la acuicultura y la actividad extractiva. Estas microalgas pueden provocar un cambio del color del agua, debido a sus pigmentos fotosintéticos (diferentes colores) de variada composición química. De esta manera el mar toma un aspecto de color amarillento, rojizo, rojo, verde, o incluso incoloro, este último a simple vista no se puede apreciar. El crecimiento descontrolado de microalgas forma una Floración Algal Nociva (FAN) tóxica o inocua para otros seres vivos.

La FAN no tóxica afecta, por su alta densidad de microalgas, la disponibilidad y/o captación de oxígeno, provocando eventos de mortalidad en peces y otros organismos por asfixia. Mientras que la FAN tóxica está compuesta por microorganismos que en su metabolismo generan sustancias altamente tóxicas, conocidas con el nombre de toxinas marinas. Los moluscos filtradores, que se alimentan de microalgas concentran estas toxinas en sus tejidos, convirtiéndolos en

alimentos altamente tóxicos, que pueden provocar enfermedades severas e incluso la muerte de quienes los consuman. Para dimensionar lo anterior, del total de las más de 4000 especies fitoplanctónicas descritas por las ciencias biológicas sólo 300 especies son potenciales formadoras de FAN, y a su vez de estas solamente 60 especies pueden generar una FAN tóxica.

Las toxinas marinas se clasifican de acuerdo a sus efectos o signos clínicos en el ser humano. Con presencia en Chile son Veneno Paralizante de los Mariscos (VPM), producido por la microalga *Alexandrium catenella*. La toxina provoca parálisis muscular, que puede llevar a la muerte por parálisis respiratoria, compromiso cardíaco y del sistema nervioso central; Veneno Diarreico de los Mariscos (VDM) es producida por microalgas del Género *Dinophysis* sp., la toxina provoca graves cuadros de diarreas y deshidratación en seres humanos; y Veneno Amnésico de los Mariscos (VAM) es producida por la microalga *Pseudonitzschia australis*, la toxina puede causar la pérdida temporal o permanente de la memoria (amnesia) en seres humanos..

Está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.

Contacto

E-mail: atencionparlamentarios@bcn.cl

Tel. : (56)32-226 3168 (Valpo.)

Enrique Vivanco Font

Es Biólogo Marino (Universidad de Valparaíso, 1999) y estudios de Master Of Science del Medio Ambiente (Universidad de Lund, 2006) Cursos internacionales en Taiwán en Energía y Japón Cambio Climático. Sus intereses de investigación son: Contaminación,

Recursos Hídricos, Energías Renovables
y Desarrollo Sustentable.
E-mail: evivanco@bcn.cl
Tel.: (56) 32 226 3195

Introducción

El documento se enfoca en conceptos y características de la marea roja. También cómo ha sido el desarrollo histórico de este fenómeno. En particular se aborda el impacto sobre las personas y entorno.

Para desarrollo del documento se consultó información del Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de Chile, Instituto de Salud Pública de Chile, y documentos como Floraciones de Algas Nocivas, entre otros.

Características de la marea roja

El Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de Chile define marea roja como un “fenómeno natural provocado por el incremento numérico de alguna o algunas microalgas en el agua, las que al ser el alimento de organismos marinos, como los moluscos bivalvos, pueden provocar daños en la salud de las personas que los consumen, además de pérdidas económicas para la acuicultura y la actividad extractiva” .

Otra definición en la misma línea la entrega el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), y que agrega la explicación del cambio de color de las aguas: “proceso natural del medio ambiente acuáticos y es propio de las algas microscópicas que yacen en ese ambiente. Estas algas, o fitoplancton, crecen en cantidad en forma muy rápida y en corto tiempo, a lo que llamamos ‘ floraciones de algas microscópicas’, las que pueden provocar un cambio del color del agua, debido a que poseen pigmentos fotosintéticos de variada composición química, que le otorgan a las microalgas colores diferentes. De esta manera el mar toma un aspecto de color amarillento, rojizo, rojo, verde, o incluso incoloro, este último a simple vista no se puede apreciar” .

En el campo internacional -es un fenómeno de presencia global- el NOAA, de Estados Unidos de Norteamérica primero señala “que marea roja (red tide) es un término común usado para una floración de algas nocivas (FAN), que además es el término usado por la comunidad científica”, luego lo define como “el crecimiento fuera de control de colonias de microalgas simples que viven en el mar y agua dulce, que producen efectos tóxicos o nocivos sobre las personas, peces, moluscos, mamíferos marinos y aves. Además, los efectos de las FAN sobre seres humanas, aunque poco frecuentes, pueden ser debilitantes e incluso mortales” . Esta definición entrega una amplia visión sobre el amplio rango de seres vivos afectados por la FAN.

Floraciones algales nocivas (FAN)

El plancton, en particular el fitoplancton o microalgas, en condiciones de normalidad forman la base de la cadena alimentaria. Sin embargo bajo ciertas condiciones ambientales, como aumento en temperatura del agua, salinidad, luminosidad y disponibilidad de nutrientes (exceso), éstas proliferan en forma explosiva, provocando un fenómeno que se conoce con el nombre de Floraciones Algales o “Bloom” .

El crecimiento desmedido del fitoplancton puede generar cambios en la coloración del agua (no siempre es un fenómeno visible a simple vista), debido a que las microalgas poseen pigmentos (que les permiten realizar la fotosíntesis), tornando las aguas a colores rojo, amarillo, verde o café. Por esta razón, estos fenómenos son conocidos mundialmente como “mareas rojas “. No obstante, en este punto es importante señalar que la gran mayoría de las Floraciones Algales no producen efectos negativos sobre otros seres vivos, y por el contrario son beneficiosos para la vida acuática.

Sin perjuicio de lo anterior, en algunos pocos casos el crecimiento exponencial de microalgas puede generar una FAN, las cuales deben diferenciarse entre aquella floración con algas no tóxicas de la FAN con algas tóxicas. La primera FAN por su alta densidad de microalgas afecta la disponibilidad y/o

captación de oxígeno, provocando eventos de mortalidad en peces y otros organismos por asfixia. Mientras que la FAN tóxica está compuesta por microorganismos que de acuerdo al Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de Chile “en su metabolismo generan sustancias altamente tóxicas, conocidas con el nombre de toxinas marinas. Los moluscos filtradores, que se alimentan de microalgas concentran estas toxinas en sus tejidos, convirtiéndolos en alimentos altamente tóxicos, que pueden provocar enfermedades severas e incluso la muerte de quienes los consuman” .

Para dimensionar lo anterior, del total de las más de 4000 especies fitoplanctónicas descritas por las ciencias marinas sólo 300 especies son potenciales formadoras de Floraciones Algales, y a su vez de estas solamente 60 especies pueden generar una FAN tóxica (Suárez, B. y Guzmán, L. 1999).

Toxinas marinas del fitoplancton

Las toxinas marinas se clasifican de acuerdo a sus efectos o signos clínicos en el ser humano. Con presencia en Chile:

Veneno Paralizante de los Mariscos (VPM): Producido por la microalga *Alexandrium catenella*. La toxina provoca parálisis muscular, que puede llevar a la muerte por parálisis respiratoria, compromiso cardiaco y del sistema nervioso central.

Veneno Diarreico de los Mariscos (VDM): Producida por microalgas del Género *Dinophysis* sp. Esta toxina provoca graves cuadros de diarreas y deshidratación en seres humanos.

Veneno Amnésico de los Mariscos (VAM): Producida por la microalga *Pseudonitzschia australis*. La toxina puede causar la pérdida temporal o permanente de la memoria (amnesia) en seres humanos (primeros casos ocurrieron el año 1988 en Prince Edward Island en el este de Canadá). En Chile, se ha detectado la presencia de estas toxinas en la microalga tanto en la zona norte, como en la zona sur, sin embargo a la fecha no se registran casos de intoxicaciones por toxina amnésica en el país.

Para otras partes del mundo se ha descrito:

Veneno Neurotóxico de los Mariscos (VNM).

Ciguatera (CTX) (Intoxicación producida por el consumo de peces).

Intoxicación por toxinas marinas en Chile

A continuación la tabla 1 muestra un resumen de los efectos descritos para la marea roja en Chile incluyendo síntomas, terapia, organismos causantes de la intoxicación, toxina, y otros.

Tabla 1. Intoxicaciones causadas por VPM, VDM y VAM en Chile.

Intoxicación	Veneno Paralizante de los Mariscos (VPM)	Veneno Diarreico de los Mariscos (VDM)	Veneno Amnésico de los Mariscos (VAM)
Microalga	Dinoflajelado pelágico Alexandrium catenella	Dinoflajelado pelágico Dinophysis acuta	Diatomeas Pseudonitschia australis
Vector principal	Moluscos bivalvos (filtradores)	Moluscos bivalvos (filtradores)	Moluscos bivalvos (filtradores)
Distribución geográfica	Mundial, aguas templadas y tropicales	Mundial, aguas templadas	Canadá, Noroeste de EEUU, sur de Chile.
Toxinas principales	Saxitoxinas (22+)	Ácido okadaico y derivados (8+)	Ácido domoico (3+)
Tiempo de incubación antes de surgir las primeras señales de intoxicación	5 a 20 min	Horas	Horas
Síntomas agudos	Parestesias (insensibilidad), insuficiencia respiratoria y cardíaca, parálisis progresiva, coma, muerte.	Dolor abdominal, diarrea, náusea, vómitos.	Náusea, diarrea, vómitos, parestesias, insuficiencia respiratoria, pérdida de memoria. Muerte.
Síntomas crónicos	No tiene	No se conocen	Pérdida de memoria
Tasa de mortalidad	1-14%	0%	3% (no se registran muertes en Chile)
Diagnóstico	Síntomas clínicos, bioensayos (ratones), radioensayos, HPLC-FD	Síntomas clínicos, bioensayos (ratones), HPLC-FD	Síntomas clínicos, radioensayos, HPLC-UV
Tratamiento	Respiración asistida, diuréticos	Hidratación, hospitalización	Respiración asistida

Fuente: adaptado de Floraciones de Algas Nocivas e Instituto de Salud Pública de Chile.

Diferentes respuestas de moluscos, aves, mamíferos marinos frente a una intoxicación por FAN

Las microalgas tóxicas son acumuladas por algunos moluscos vectores que poseen tolerancia a las toxinas que afectan de forma severa a seres humanos, otros vertebrados marinos y aves. Es así que investigaciones realizadas durante la década de 1970 descubrieron que “los nervios de choritos (*Mytilus edulis*) y ostiones (*Placopecten magallanicus*) eran insensibles a la aplicación de altas concentraciones de saxitoxina y tetrodotoxina (0,1 mg/mL), las que en vertebrados superiores habrían causado el total bloqueo de los impulsos nerviosos” (Suárez, B. y Guzmán, L. 1999).

Una respuesta distinta se obtuvo en la ostra (*Crassostrea virginica*), que “mostró una sensibilidad muy alta y los impulsos nerviosos fueron bloqueados por saxitoxina, mientras que la almeja (*Mya arenaria*) tuvo una sensibilidad intermedia” Suárez, B. y Guzmán, L. 1999)..

La respuesta a las diferentes reacciones por especie se debe a que “existen canales de sodio de muy diferente afinidad por saxitoxinas y tetrodotoxina y que en moluscos la excitabilidad de nervios y músculos depende de flujos de calcio a través de canales de calcio que son insensibles a las toxinas paralizantes” (Suárez, B. y Guzmán, L. 1999).

Registro histórico de marea roja en Chile

Los eventos de FAN son un fenómeno de escala global cuyo primer registro de una intoxicación por consumo de mariscos con resultado de muerte ocurrió el 15 de junio de 1793 en la costa oeste de los Estados Unidos. En Europa, el 17 de octubre de 1885 ocurrió otra intoxicación masiva en el puerto de Wilhelmshaven en el norte de Alemania. De vuelta en San Francisco, EEUU, en julio de 1927 se produjo una intoxicación masiva que causó la muerte de varias personas, con severos síntomas de toxinas paralizantes.

En Chile el fenómeno de la marea roja tiene antiguos registros en aguas oceánicas y costeras desde el siglo XIX. Por ejemplo, en 1827 se observaron decoloraciones del agua de mar frente a las costas de Valdivia; en 1835 Charles Darwin describió dos eventos de marea roja, uno frente a Concepción y otro frente a Valparaíso. Además, el primer evento ocurrió pocos días después del terremoto que afectó a la ciudad de Concepción¹. Sin embargo, estos eventos no registraron mayores inconvenientes para la población y ecosistemas marinos, pero desde 1972 se han sucedido con mayor frecuencia, extensión y gravedad (3 muertes registradas) FAN en las regiones de Llanquihue, Aysén y Magallanes (ahora con presencia hasta la Región de los Ríos), no siempre asociados a decoloraciones. La tabla 2 muestra algunos de los casos fatales por intoxicación de toxinas paralizantes.

¹ El terremoto de Concepción de 1835 fue un sismo de 8,5 MS a las 11:30 del 20 de febrero de 1835. El maremoto posterior arrasó la zona centro-sur del país, específicamente entre los ríos Cachapoal y Valdivia. Destruyó totalmente la ciudad de Concepción.

Tabla 2 presencia de FAN del tipo tóxico en Chile.

Año	Número de intóxicados	Número de muertes	Lugar	Recurso
1972	3	3	Bahía Bell	Cholga
1981	26	2	Seno Unión	Cholga
1989	8	0	Estero Núñez	Cholga
1991	95	2	Bahía Nash	Chorito
1991	125	2	Seno Unión	Cholga
1991	2	1	Seno Nevado	Cholga
1992	14	6	Bahía Woodsworth	Chorito
1992	5	0	Estero Asia	Chorito
1992	3	0	Km 49 sur	Chorito
1992	1	1	Caleta La Olla	Sin información
1992	3	0	Paso Nuevo	Cholga
1992	1	0	Isla Vancouver	Cholga
1992	3	1	Paso Schoal	Cholga
1992	6	0	Puerto Williams	Chorito
1994	8	0	San Juan	Chorito
1994	1	0	Los Ñires	Chorito
1994	2	1	Punta Arenas	Chorito
1994	1	0	Punta Arenas	Chorito
1994	1	0	Punta Arenas	Chorito
1994	1	0	Bahía Gente Grande	Cholga
1994	1	1	Seno Ringove	Cholga
1995	4	0	Chabunco	Chorito
1995	1	0	Seno Profundo	Cholga
1995	13	1	Isla Toto, Aysén	Cholga
1998	9	1	Aysén	Cholga
1998	10	1	Aysén	Cholga
1999	2	0	Sin información	Almeja
2000	6	0	Sin información	Chola
2001	1	0	Sin información	Chorito
2002	35	0	Sin información	Chorito
2008	6	0	Sin información	Sin información

2009	32	2	Sin información	Sin información
------	----	---	-----------------	-----------------

Fuente: Adaptado de Floraciones de Algas Nocivas y otras fuentes.

En 1988 una FAN no tóxica generada por una pequeña microalga *Heterosigma akashiwo* produjo una mortandad masiva de peces en la naciente industria salmonera en el área de Puerto Montt y Chiloé que implicó pérdidas por varios millones de dólares².

Referencias

Harmful algal bloom: floración de algas nocivas

Marea Roja en Chile. Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (Directemar). Armada de Chile. Disponible en: <http://bcn.cl/1vokr> (mayo 2016).

Marea roja. Instituto de salud pública Chile. Disponible en: <http://bcn.cl/1voks> (mayo 2016).

Marea roja. Laboratorio de Toxinas Marinas. Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Disponible en: <http://bcn.cl/1vmk1> (mayo 2016).

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). Disponible en: <http://bcn.cl/1vmk3> (mayo 2016).

Suárez, B. y Guzmán, L. (1999). Floraciones de Algas Nocivas, Mareas Rojas y Toxinas Marinas. Resultado del Proyecto FONDEF 2-37 “Tecnologías para la detección rápida de toxinas marinas” de 1994 y desarrollado por Universidad de Chile, Instituto de Fomento Pesquero y Universidad de Magallanes. Disponible en: <http://bcn.cl/1vmk5> (mayo 2016).

What is a red tide?. National Ocean Service (NOAA). Disponible en: <http://bcn.cl/1vmk4> (mayo 2016).