

# ¿QUE SON LAS MAREAS ROJAS?

*Moisés Agustín Salfate Torres  
Cabo 2º L (Ec)*

## INTRODUCCION

 El presente tema de la marea roja es inmensamente importante para la población de Chile, ya que éste es un país que tiene una de sus mayores riquezas concentradas en el mar y la mayor parte de sus habitantes viven de él, siendo por ello muy interesante que éstos se enteren de los motivos principales de este fenómeno.

El estudio en terreno, laboratorio e investigación fue efectuado por el Instituto de la Patagonia, desde el año 1972 hasta el mes de mayo de 1982, en especial en la zona de la Región de Magallanes.

Uno de los fenómenos más interesantes del medio acuático son las mareas rojas, discoloración del agua provocada por un rápido incremento de organismos planctónicos. A pesar de su nombre, las mareas rojas pueden ser de distinta coloración o, en algunos casos, no ser visibles. La iniciación, desarrollo y desaparición de una marea roja depende de la interacción de numerosos factores, todavía poco comprendidos, y cuyos mecanismos de acción pueden ser diferentes de una localidad a otra. Aunque la mayoría de las mareas rojas son inocuas, algunas de ellas producen mortandades masivas de organismos acuáticos y pueden ser tóxicas e incluso fatales para el hombre. Una marea

roja puede también producir perjuicios en las pesquerías y en las áreas recreacionales costeras.

## ¿QUE SON LAS MAREAS ROJAS?

En el medio acuático (tanto en el mar como en aguas continentales), existe una gran variedad de pequeños organismos que flotan libremente y que en conjunto constituyen el plancton. Algunos de ellos presentan características de vegetales, es decir, captan la energía solar, la que utilizan para transformar en materia orgánica algunos compuestos inorgánicos que incorporan del agua. Este conjunto de algas microscópicas y unicelulares es denominado fitoplancton, y sus principales integrantes son las diatomeas y los dinoflagelados. El resto de los organismos planctónicos tienen características de animales y corresponden al zooplancton.

El fitoplancton presenta ciclos naturales de incremento y de decrecimiento numérico, los que están regulados por ciertas condiciones físicas y químicas del agua, tales como la temperatura, la salinidad y los nutrientes, y también por interacciones biológicas. La etapa de incremento en que se produce una rápida y continua multiplicación de células de una misma especie, es conocida también como florecimiento. En ciertas oportunidades

y bajo condiciones ambientales favorables, algunos organismos se multiplican repetidamente y/o se concentran en un breve lapso, causando notorias discoloraciones del agua que son conocidas con el nombre de mareas rojas.

La discoloración se debe a los pigmentos que poseen estos organismos, y que están destinados a captar la energía solar. Diferentes algas tienen diferentes pigmentos, y por ello la coloración del agua dependerá del organismo involucrado, pudiendo ser roja, rosada, violeta, anaranjada, amarilla, azul, verde o parda; sin embargo, la mayoría son rojas, razón por la cual se ha generalizado el término "marea roja". Los organismos que normalmente producen discoloración del agua son los dinoflagelados. Por otra parte, la discoloración depende también de la concentración del organismo involucrado y de la profundidad a que se distribuye, llegando en ocasiones a no ser visible. La ausencia de discoloración ha sido una de las características de las mareas rojas tóxicas ocurridas en Magallanes.

### **Factores que originan una marea roja**

La iniciación y desarrollo de las mareas rojas, como así también su posterior desaparición, dependen de la interacción de múltiples factores biológicos, bioquímicos, hidrográficos y meteorológicos todavía poco comprendidos, y cuyos mecanismos de acción pueden ser diferentes de un lugar a otro. Ninguno de ellos por separado es suficiente para explicar su aparición; sin embargo, se ha observado que la temperatura, salinidad, estabilidad de la columna del agua, el aporte de los nutrientes, la presencia y concentración de ciertas sustancias orgánicas y el comportamiento biológico de los organismos son algunos de los factores importantes en su origen y desarrollo.

En algunos países la contaminación ha sido uno de los factores influyentes en su aparición. Sin embargo, ésta no ha sido la situación para Magallanes.

### **Periodicidad y duración de las mareas rojas**

En algunas regiones ocurren con cierta periodicidad, llegando a transformarse en fenómenos anuales, mientras que en otras, como ha sido el caso de Magallanes, se presentan sin ninguna regularidad, u ocasionalmente. Su presencia en un área puede durar entre algunos días a varios meses y la extensión del área comprometida puede abarcar desde una superficie inferior a 1 kilómetro hasta varios cientos de kilómetros cuadrados.

### **Sus efectos en los animales marinos**

Si bien la mayoría de las mareas rojas son por completo inocuas, algunas –especialmente las causadas por dinoflagelados– producen mortandades masivas en organismos acuáticos, en especial de peces y también aves. Los efectos deletéreos sobre la fauna acuática pueden deberse a la producción de toxinas por parte de los organismos causantes del fenómeno y/o a condiciones secundarias derivadas de éste, tales como un agotamiento del oxígeno del agua, desequilibrio en la concentración de nutrientes, producción de ácido sulfídrico y bacterias asociadas a los dinoflagelados.

El grupo de organismos marinos filtradores que está integrado por una gran variedad de moluscos (cholgas, choritos, almejas, ostiones) y también por algunos crustáceos, como es el caso del picoroco, presentan la peculiaridad de acumular la especie tóxica y –en consecuencia– su toxina, sin sufrir efecto alguno. Dada esta característica reciben el nombre de transvectores. El tóxico, por sus características, es denominado veneno paralítico de los mariscos (VPM) y puede provenir de algunas especies del género *Gonyaulax*. El veneno no se distribuye uniformemente en el cuerpo del molusco, sino que se concentra en distinta proporción en los diferentes órganos, y aparentemente según la estación del año. La glándula digestiva es, para la mayoría de las especies, el principal órgano en donde se

acumula el veneno. Las branquias y las gónadas son los lugares secundarios, y los tejidos musculares contienen cantidades ínfimas.

### Su efecto en el hombre

La intoxicación en humanos, que puede ser de diferentes tipos y grados, ocurre cuando se ingiere los organismos denominados transvectores.

El grado de intoxicación depende de diversos factores, tales como: número de mariscos consumidos, del nivel de toxina que contengan los mismos, de la potencia del veneno producido por la especie causante del florecimiento, de la intensidad de la marea roja y de lo reciente de su aparición. Por otra parte, la sensibilidad al VPM entre los seres humanos es muy variable, dependiendo tanto de algunas características humanas como de ciertas circunstancias que acompañan su consumo. En efecto, numerosos registros sugieren que los niños son más sensitivos al veneno que los adultos, y también la mujer más que el hombre. Lo mismo ocurre con los ratones de laboratorio, en los que se ha confirmado que, para igual peso, la rata hembra es más susceptible que el macho.

También se ha observado que el efecto del VPM es mayor cuando los mariscos se consumen solos o con el estómago vacío, o también cuando se acompaña su consumo con la ingestión de bebidas alcohólicas.

### LA ESPECIE QUE ORIGINA LA MAREA ROJA TOXICA DE MAGALLANES

A la fecha, las dos mareas rojas tóxicas de Magallanes han sido causadas por el dinoflagelado *Gonyaulax catenella*.

Los dinoflagelados, en general se caracterizan por ser de forma más o menos ovoide. Poseen dos surcos: uno trans-

versal llamado "cingulo", que rodea por completo el cuerpo como una cintura, y otro longitudinal llamado "sulcus", que nace en la parte media del anterior y llega hasta el extremo posterior de la célula. En el cingulo se aloja un flagelo acintado y en el sulcus un flagelo filiforme. Algunos dinoflagelados están envueltos por una teca o caparazón de celulosa, la que está compuesta de varias placas ordenadas de acuerdo a un patrón que es distintivo de las especies. A los que carecen de teca se les denomina "desnudos".

El dinoflagelado *Gonyaulax catenella* presenta envoltura de celulosa y se caracteriza por su forma ovoide, coloración pardo rojiza y un marcado cinturón transversal. Mide entre 28-40 micrones de largo y entre 24-37 micrones de ancho. Por lo general se encuentra formando cadenas, y cuando ocurre la proliferación es normal encontrar series de hasta 40 células unidas.

En Magallanes, esta especie se encuentra en concentraciones de hasta 500 células por litro, durante todo el año, pudiendo, sin embargo, desaparecer del fitoplancton durante el invierno.

Cuando este dinoflagelado es ingerido por un filtrador, sufre una transformación que se aprecia en su morfología externa. Esta nueva forma corresponde a la espora temporal o cisto ecdísico. Esta especie forma además una espora de resistencia, como parte de su ciclo normal de vida, la que se deposita en los sedimentos del fondo del mar, donde permanecen como tal hasta que nuevamente aparecen las condiciones favorables para su proliferación. Se ha comprobado que la espora es tanto más tóxica que la forma móvil, y podría ser la causa de la toxicidad de los mariscos durante el invierno.

Esta especie es también constituyente del fitoplancton de países tales como Canadá, Estados Unidos, Japón y Sudáfrica.

## Características de la toxina

Las toxinas denominadas VPM son uno de los venenos no proteicos más potentes que se conocen.

El VPM que produce el dinoflagelado *Gonyaulax catenella* es llamado saxitoxina, y es una sustancia nitrogenada dibásica cuya fórmula empírica es 3.4.6. triaquil-tetrahidropurina. Se caracteriza por ser soluble en medio ácido y altamente resistente a la temperatura. Estudios recientes efectuados en Japón permiten suponer que el VPM producido por este dinoflagelado correspondería a más de una toxina.

La saxitoxina es un tóxico neuromuscular que bloquea tanto los nervios periféricos como las transmisiones reflejadas y afecta a los centros respiratorios y vasomotores del sistema nervioso central.

## Los síntomas por envenenamiento con VPM

Los síntomas por intoxicación con VPM son característicos y distintivos. Generalmente se manifiestan a los pocos minutos de haber ingerido los mariscos tóxicos y comienzan con un cosquilleo o sensación de calor en los labios, encías, lengua y cara, con progresión gradual al cuello, brazos, punta de los dedos, piernas y dedos de los pies. Posteriormente, la parestesia se transforma en entumecimiento, de tal manera que los movimientos voluntarios se ejecutan con dificultad. En los casos más graves, la ataxia y la incoordinación motora van acompañados de una sensación de ligereza "como si se flotara en el aire".

En intoxicaciones extremas, los síntomas prominentes son las sensaciones constrictivas en la garganta, incoherencia al hablar y afonía. La muerte puede sobrevenir entre 2 y 12 horas después de la ingestión de los mariscos, y se origina por deficiencia respiratoria. La mayoría de las víctimas están tranquilas y conscientes de su condición, no provoca daño permanen-

te y una vez eliminada la toxina se produce una total recuperación del afectado.

## Tratamiento de emergencia a los envenenados con mariscos tóxicos

Por el momento no existen antidotos eficaces para contrarrestar el efecto de la toxina. Como el veneno es absorbido rápidamente a través de las mucosas del tubo digestivo, el primer tratamiento debe ir dirigido a impedir esa rápida absorción, lo que se logra provocando el vaciado del estómago. Por otra parte, como es eliminado por la orina, se recomienda la ingestión de grandes cantidades de agua y el tratamiento con un diurético enérgico. En caso de deficiencias respiratorias, una medida paliativa es la ventilación artificial.

## Detección de la toxina

No es posible distinguir por el aspecto, el sabor, el color o el olor si el molusco es tóxico. Existen métodos químicos (colorimétrico y fluorimétrico) y también uno biológico para detectar y cuantificar niveles de toxina. En la actualidad, el más utilizado es un bioensayo en ratas, método biológico que fue estandarizado por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC), de Estados Unidos, en 1958.

Esta prueba consiste en obtener un extracto de la carne del marisco, el que es inyectado intraperitonealmente en ratones de laboratorio de 19-21 gramos de peso, controlándose el tiempo de muerte de los roedores. La cantidad de toxina se expresa en microgramos por cada 100 gramos de carne. La toxicidad también suele expresarse en unidades ratón, que se define como la cantidad de toxina que causa la muerte de un ratón de 20 gramos de peso en 15 minutos.

Se ha estimado que una dosis oral de 20 microgramos puede ser letal para el hombre.

## Duración de la toxicidad en los mariscos

Es común que después de una marea roja los mariscos retengan la toxina durante distintos periodos, el que puede abarcar desde algunas semanas a varios meses.

La tasa de disminución de la toxicidad en los mariscos varía según la especie y la estación del año, puesto que la acumulación de toxina depende en gran medida de la abundancia del dinoflagelado tóxico en el plancton. Hay algunas especies de mariscos que tienen baja eficiencia en la eliminación de toxina y permanecen tóxicos durante largos períodos después de la desaparición del dinoflagelado en el agua. Cabe mencionar que la toxicidad de los mariscos también puede ser causada por la incorporación de la espora de resistencia del dinoflagelado, en circunstancias que su forma motil estaría ausente del plancton.

Los mariscos pueden, eventualmente, depurarse si se colocan en agua libre de marea roja; sin embargo, los grandes volúmenes de mariscos involucrados y el tiempo de depuración que ello requiere determinan que esta alternativa sea poco recomendable desde un punto de vista económico. Recientemente se ha logrado cierto éxito en la reducción del tiempo de depuración de los mariscos al exponerlos al ozono, proceso mediante el cual se destruye la toxina.

Cuando los mariscos alcanzan un nivel inferior a los 80 microgramos de toxina por 100 gramos de carne, se consideran aptos para su consumo. Este valor fue propuesto por la AOAC en 1959 y se basó en los resultados de estudios realizados en Canadá. En la actualidad, este criterio tiende a utilizarse universalmente y es una medida que debiera adoptarse en Chile.

## REGIONES DE CHILE AFECTADAS POR MAREAS ROJAS TOXICAS

De acuerdo a antecedentes recopilados por el Instituto de la Patagonia, des-

de 1955 a la fecha han sido registradas 34 mareas rojas en Chile. Sus apariciones, sin embargo, no han sido uniformes a lo largo de la costa chilena, sino que han estado concentradas en ciertas regiones del país. En la zona norte se han registrado 19 apariciones (6 en la I Región, 12 en la II y 1 en la III); en la zona central (V Región) 5, y en la zona sur y austral, 10 (4 en la X Región, 2 en la XI y 4 en la XII).

Las continuas y numerosas apariciones de marea roja han hecho que estos fenómenos sean conocidos en el país; sin embargo, las intoxicaciones por consumo de mariscos asociados a la presencia de marea roja son raros y, a la fecha, se han limitado a la X Región y a Magallanes.

En la X Región se ha registrado, a lo menos en tres oportunidades, intoxicaciones masivas por consumo de mariscos. Estas han tenido la peculiaridad de causar trastornos gastroentéricos y estar asociados a la presencia del dinoflagelado *Dinophysis acuta*.

Intoxicaciones semejantes a éstas sólo se han registrado en Japón, donde recientemente se ha comprobado la existencia de una toxina también producida por un dinoflagelado del género *Dynophysis*, y que por los trastornos que ocasiona en seres humanos se le ha denominado Veneno Diarreico de los Mariscos.

## Medidas que deben adoptar las regiones afectadas

Debido principalmente a la inexistencia de un antídoto y a la imposibilidad de controlar estos fenómenos en el ambiente, la mejor protección contra el VPM es prevenir al público de futuros envenenamientos. La forma más eficiente es a través de un control toxicológico permanente en los mariscos, que permita —por una parte— detectar oportunamente la presencia de toxina y —por otra— definir cuándo los mariscos vuelven a estar aptos para su industrialización o consumo en fresco.

En Magallanes el control es particularmente difícil debido a la intrincada configuración geográfica de la región y a la

enorme extensión que debe abarcarse en un programa de este tipo. Por esta razón y debido a que la pesquería de los moluscos se basa fundamentalmente en la extracción de cholgas y choritos, el control toxicológico podría limitarse a estas dos especies.

Es necesario desarrollar, además, un plan de contingencia que permita disponer de una alternativa en la actividad pesquera ante futuras apariciones de VPM. Ello es necesario en especial cuando se trata de una región en que la pesquería de los mariscos es una actividad económica importante.

A modo de ejemplo, cabe mencionar que los menores ingresos registrados en

el sector pesquero, como consecuencia de los trastornos derivados de las mareas rojas tóxicas ocurridas en 1972 y 1981, equivalentes a 900 mil dólares y a aproximadamente un millón de dólares (cifra preliminar), respectivamente, podrían haberse reducido significativamente de haberse contado con tal alternativa.

Por último, en forma paralela a un control toxicológico debieran realizarse algunos estudios básicos que permitan una identificación cabal de las especies causantes de marea roja, de las características de la toxina y comprensión de los factores causales que determinan la iniciación, desarrollo y desaparición de estos fenómenos.

## BIBLIOGRAFIA

- GUZMAN M., LEONARDO. *Estudios sobre un florecimiento tóxico causado por Gonyaulax catenella en Magallanes*, Anales del Instituto de la Patagonia, Vol. VII, Punta Arenas, 1976, pp. 201-206.
- GUZMAN M., LEONARDO, CAMPODONICO, I., *Marea roja en la Región de Magallanes*, Publicaciones del Instituto de la Patagonia, Serie Monografía, N° 9, Punta Arenas, 1975. Id., *Mareas rojas en Chile*, Interciencia, 3 (3), 1978, pp. 144-151.
- LEMBEYE, G., CAMPODONICO, I., GUZMAN L. y KIGUEL, C., *Intoxicaciones por consumo de mariscos del estero de Reloncavi (X Región), Chile (1970-80)*, (Abstract) Jornadas Ciencias del Mar, Montemar, 1981, p. 42.
- LEMBEYE, G., GUZMAN M., L., *¿Qué son las mareas rojas?*, Instituto de la Patagonia, Servicio de Divulgación Técnica, N° 1, Punta Arenas, 1982.
- PRAKASH, A., MEDCOF, J.C., TENNANT, A.D., *Paralytic shellfish poisoning in eastern Canadá*, Fisheries Research Board of Canadá, Bulletin 177, Ottawa, 1971.
- WHITE, A. W., *Red Tides*, Underwarter World, 1980.