

# MAREAS ROJAS» O PURGAS QUÍMICAS ASOCIADAS A NIÑOS TECTONICOS

Ing. Honorio Campoblanco Díaz, Ing. Julia Gomero Torres

## RESUMEN

Las «Mareas Rojas» considerados por la Comunidad Científica Internacional como «Floraciones de Algas Nocivas» (FAN), son colonias de fitoplancton y microalgas capaces de desarrollarse masivamente. Existen algas que probablemente asocian su toxicidad a la invasión de bacterias y microorganismos huéspedes procedentes de las aguas aciduladas y calientes de los fondos oceánicos carentes de oxígeno, como producto de intensas actividades volcánicas sulfurosas submarinas. De acuerdo a la hipótesis de «El Niño Tectónico»(), existen evidencias indirectas que las bacterias y microorganismos quimiosintéticos que habitan las ácidas y calientes aguas, carentes de oxígeno cercano a los volcanes activos del fondo oceánico, sintetizan los compuestos químicos producto de las reacciones químicas, termoquímicas de medio centenar de isótopos y elementos químicos lanzados por los volcanes sulfurosos; lo que condiciona la multiplicación de estos microorganismos tóxicos, que al migrar posteriormente a los niveles superiores del mar, invaden colonias de fitoplancton, algas y microalgas impartiendoles variadas coloraciones producto de las reacciones de oxidación del caldo volcánico saturado de bacterias desarrollando propiedades tóxicas para constituir las floraciones algales de «Mareas Rojas» o purgas químicas. Frecuentemente las «Mareas Rojas» están asociados a dos tipos de venenos: el Veneno Paralizante (VPM), producido por un dinoflagelado «Alexandrium catenella» y el Veneno Diarreico de los mariscos (VDM), generado por el «Dinophysis acuta». Existen bacterias que de manera normal viven en simbiosis con moluscos, crustáceos, mejillones en las branquias de almejas, en algunos órganos especiales de gusanos tubulares del océano profundo y el subproducto de su metabolismo se filtra al animal huésped como alimento que a su vez, le imparte propiedades tóxicas.

**Palabras Clave:** Mareas Rojas, Purgas Químicas, Fitoplancton, Niño Tectónico.

## ABSTRACT

The Red Tides considered by the International Scientific Community as Noxious Algae Floraciones " (NAF), are fitoplancton toxic florescences of algae and microalgae able to be developed massively. It exists a great number of algae wich toxicity is associated to the bacteria invasion and microorganisms guests, coming from acidulated hot waters from the oceanic depths lacking the oxygen produced by submarine volcanic activity. According to the "Niño Tectónico" hypothesis" (1) there are certain indirect evidences wich stated that the bacteria and chimiosintetic

microorganisms, which live in the hot-acid waters without oxygen and near active volcanos environment from the oceanic bottom, assimilate and synthesize the different chemical compounds product of chemical, termochemic and energetic reactions of half hundred isotopes and chemical elements rushed in the oceanic bottom by sulfurous volcanos which would allow a proliferated development of this toxic microorganisms and that would make them migrate to the sea's superior levels invading the fitoplancton and microalgae's colonies, letting various colorations which are the product of the oxidative reactions of the volcano's bacterial broth, it will also let toxic properties constituying the red tides or chemic purges . Florations are sometimes associated with two types of poisons: The "Paralizant poison" (PP) produced by a dinoflagelado "Alexandrium catenella", and the Diarreic shellfish poison (DSP), generated by the Dinophysis acuta". Bacterias that live in the gills of clams and mussels and in some special organs of the tubular worms of the deep ocean in a normal way make that by-product of its metabolism to filter to the animal guest like food and it also imparts him toxic properties.

**Key words:** «Red Tides», chemical purges, phytoplankton, «Tectonic Child».

## INTRODUCCION

Las "Mareas Rojas", conocidas también como " Aguajes o Purgas de Mar" han sido descritas y observadas en el Perú y el mundo desde muchas décadas atrás, se reportaron episodios de "Mareas Rojas" precedidas por emanaciones de gas sulfhídrico, asociado a masivas muerte de peces y aves guaneras; identificando en tales circunstancias, a las especies fitoplanctónicas como responsables de dicha toxicidad . La salud de la población se ve amenazada cuando se presenta este tipo de riesgos; sobre todo, cuando ocurren muertes a causa de intoxicaciones por ingesta de mariscos o pescados contaminados. El Dr. José Córdova, biólogo molecular chileno, considera que las Mareas Rojas estarían "Infectadas por diferentes bacterias que producen toxinas del grupo (VPM) consumiendo rápidamente el oxígeno del agua" siendo así, responsable de los diferentes tipos de toxinas que poseen. También existen bacterias del grupo vibrios, capaces de producir toxinas paralizantes.

## MARCO TEÓRICO

Las primeras observaciones sobre las "Mareas Rojas" se remonta a muchos siglos atrás, la bióloga Sánchez Sonia (1996), afirma que en el siglo XVIII los marinos en el Callao lo denominaron "The Callao Painter" a raíz de que la pintura blanca de sus barcos se manchaba de negro por la presencia del gas sulfhídrico asociada a dichas mareas; posteriormente, A. Raimondi en 1891 las bautizó como "El Pintor" \*En 1982, investigaciones realizadas en Portugal permitieron determinar la presencia de organelos en forma de bacterias dentro de los dinoflagelados asociado a "Mareas Rojas" que afectaba la biodiversidad de las zonas costeras.

En ese entonces, surgió la idea de considerar que estas bacterias probablemente eran las responsables de producir las toxinas, mientras que los dinoflagelados serían hospederos y vehículos de transporte de dichos microorganismos.

En 1988, investigaciones realizadas en el Japón lograron aislar la primera bacteria que producía la toxina del grupo VPM.

Con los aportes anteriores, los integrantes del equipo chileno, desarrollaron un método que mataba al dinoflagelado no así a las bacterias; lo que ayudó visualizar como estos hospederos eran afectados por infecciones bacterianas múltiples que le impartían características tóxicas.

En 1979 Margalef et al., consideraron que las afloraciones de "Mareas Rojas " en cuerpos de agua con alto contenido de nutrientes y aumento de temperatura marina, estarían influenciadas por aparición de anomalías térmicas vinculadas con los eventos EL NIÑO.

En 1989 MCLean, observó en el borde occidental del Océano Pacífico evidencias del gran desarrollo del Pyrodinium sp. en eventos de los Niños de 1978 y 1988.

En la costa central de Chile, en las bahías de Valparaíso y Quintero se registraron "Mareas Rojas" en aproximadamente 2 millas, relacionadas con El Niño 1982 y 1983 asociados a dinoflagelados Prorocentrum micans .

En el Perú, los registros muestran que durante los Niños (EN) con aumento de temperatura marina, hubo presencia de "Mareas Rojas" desapareciendo las mismas en los periodos fríos.

### **Características de Las "Mareas Rojas"**

Las algas constituyen los productos energéticos de la cadena alimenticia en el océano; sin embargo, algunas especies de algas y otros microorganismos pueden tornarse tóxicos para la flora y fauna marina cuando son invadidas por aguas aciduladas calientes producto de reacciones termoquímicas de vulcanismos sulfurosos, a estos eventos se le llama "Brotos de Algas Tóxicas ". Los brotes de Pfiesteria tóxica pese a su baja concentración en el agua, pueden causar efectos dañinos por estar acompañados de microbios. En otras variantes de "Mareas Rojas y Pardas", los efectos nocivos ocurren cuando las algas alcanzan altas concentraciones cambiando incluso el color del agua.

Algunas brotes de algas producen una o varias toxinas que intoxican a los peces y mariscos, planteando graves riesgos a la salud del ecosistema marino y consecuentemente a la red trófica poniendo en riesgo la salud del hombre.

## Fundamento Científico

\*Todo lo que pasa en el entorno oceanográfico está ligado a variaciones de presión, temperatura, densidad, viscosidad, salinidad, pH del agua, reactividad de elementos y compuestos químicos presentes, dinámica de fluidos, adición de flujos y otras formas de energía.

El agua quieta es muy fría, pobre en nutrientes sin cambio ni modificación sustancial; pero, si dicho fluido se calienta se moviliza produciendo cambios, reacción química y termoquímica con absorción o liberación de calor.

Durante las reacciones químicas operadas en los fondos marinos por activación de volcanes submarinos y megafumarolas que vierten gran cantidad de isótopos, elementos químicos, gases, azufre, cenizas, agua a grandes presiones y temperaturas, dan lugar a la formación de nuevas sustancias químicas con producción de energía calorífica que se suma al calor vertido por los volcanes.

Existen microorganismos y bacterias que sintetizan los compuestos inorgánicos más simples como CO, CO<sub>2</sub>, N, H, Ca, Ba, Cd, S, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, F, Si, Br, HCl etc. expulsado por los volcanes, así como también, otros microorganismos especializados sintetizan los compuestos químicos producto de la reacción de los elementos ya citados, constituido por óxidos, hidróxidos, nitratos, sulfatos, carbonatos, SiO<sub>2</sub> etc., así mismo existen bacterias autótrofas que organizan su protoplasma en base a las sustancias inorgánicas sintetizadas.

Otras bacterias sulfurosas como las Pseudomonas Acetobacter, Beggiatoales sintetiza el azufre, sulfuros o sulfatos que en periodo de actividad volcánica sulfurosa saturan los fondos oceánicos.

La temperatura del mar es un factor importante en el desarrollo de las "Mareas Rojas", su desaparición está relacionada con la baja de temperatura, vigorización de los vientos Alisios que dispersan dichas mareas, rompiendo su estratificación en los cuerpos de agua.

En los fondos marinos hay comunidades bióticas alimentadas por la energía que brota del interior de la tierra, en estos niveles la red trófica se inicia con bacterias quimiosintéticas que sintetizan el calor y los elementos químicos que brotan de la actividad volcánica; las mismas que obtienen la energía para fijar el carbono y generar materia orgánica oxidando el sulfuro de hidrógeno y otras materias inorgánicas comunes en el caldo volcánico, y luego son consumidos por caracoles, gusanos tubícolas, almejas etc. en simbiosis con las bacterias quimiosintéticas.

El azufre eliminado por los volcanes extrae el oxígeno del agua, disociando sus moléculas para formar SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub> gases de olores sofocantes muy solubles en el agua, que luego forman H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que produce mayor acidez (consume el oxígeno

del entorno), acompañado de reacción exotérmica que se suma a la anomalía térmica. Manifiesta durante el fenómeno de El Niño.

A través de las fracturas y hendiduras de la corteza oceánica, a veces brota solo gas, agua y soluciones hidrotermales cargado de sulfuro y mineral a grandes temperaturas originando las fumarolas y megafumarolas subacuáticas, muchas de ellas, arrojan agua ennegrecida por presencia de sulfuros y alrededor de ellas viven bacterias, microorganismos, almejas blancas, y gigantescos cangrejos blancos que recorren a ciega el horizonte pardo negruzco de las fumarolas subacuáticas asociado a habitantes extraños.

Se han detectado gusanos tubulares gigantes de 3 m de largo, que viven junto a las cálidas corrientes cercano a los volcanes, en constante simbiosis con bacterias y microorganismos quimiosintéticos.

Hay bacterias que viven en las branquias de almejas y mejillones, u órganos especiales de los gusanos tubulares, cuyo subproducto (metabolismo), se filtra al animal huésped, que además de ser un alimento le da propiedades tóxicas.

Anualmente se liberan a los fondos oceánicos aproximadamente 150 millones de tonelada de Azufre, ya sea como gas sulfuroso, sulfatos y cerca 10 millones de tonelada de sulfuro de hidrógeno, que forma Acido Sulfúrico y otros compuestos en solución o sales (acidulando y consumiendo el oxígeno del agua).

### **Reacción Termoquímica asociado a Vulcanismo Submarino**

La actividad volcánica submarina cargada de gas, azufre, ceniza e infinidad de isótopos y otros elementos químicos expulsados, constituye un caldo químico activado por altas presiones y temperaturas, que realiza reacción química, termoquímica y energética que merece ser investigado. Si consideramos la reacción energética que realiza el azufre (S) eliminado por los volcanes submarinos, obtenemos la siguiente ecuación termodinámica:

- 1)  $S + O_2 = SO_2 + \text{calor de formación Gas muy sofocante y}$
- 2)  $2SO_2 + O_2 = 2 SO_3 + \text{calor de formación soluble en agua}$
- 3)  $2SO_3 + 2 H_2 O = 2 H_2SO_4 \text{ (Acido Sulfúrico)}$

En ambientes profundos del mar el contenido de oxígeno es escaso, pero el azufre (S) gases y cenizas que emergen de los volcanes a grandes presiones y temperaturas, disocian y desintegran la estructura bipolar del agua capturando el  $O_2$  para formar  $SO_2$  y  $SO_3$  formando luego el  $(H_2 SO_4)$  Acido sulfúrico.

Mientras tanto, el hidrógeno (H) liberado durante la disociación de la molécula del agua, reacciona con el azufre (S) formando el sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) conforme a la siguiente ecuación termodinámica:

$2 S + 2H_2 \rightarrow 2 H_2S$  (Sulfuro de Hidrógeno) + calor de disolución.

La combinación de H y S se facilita cuando la temperatura se eleva creando condiciones reductoras en el ambiente marino. El H<sub>2</sub>S o ácido sulfhídrico también emerge de los gases y productos volcánicos. Muchas "Mareas Rojas" son precedidas por coloraciones negruzcas del océano asociado al olor característico del H<sub>2</sub>S.

Durante El Niño de 1925, aparecieron en muchas zonas del mar peruano afloraciones cargadas de sulfuro de hidrógeno (aguas negras), que teñían la cubierta de los barcos con una película negra y el olor característico de dicha sustancia.

En Laboratorio se han constatado las siguientes Reacciones :

a) Al mezclar ácido sulfúrico con agua, se produce reacción exotérmica y efervesce el fluido; reacciones energéticas similares se registran en los fondos oceánicos durante la actividad volcánica sulfurosa, aumentando la temperatura del mar, acidificando y consumiendo el oxígeno del medio.

b) Al aplicar gotas de Acido sulfúrico diluido a una roca calcárea, observamos que esta se blanquea, efervesce y en parte se descompone; igualmente, la solución ácida sulfurosa de los fondos marinos procedentes de actividades volcánicas, al desplazarse por las profundidades oceánicas y latitudes ecuatoriales: blanquean, debilitan y matan a las colonias de corales (rocas calcáreas), tal como sostiene H. Campoblanco en la hipótesis sobre el Niño Tectónico, coincidiendo con las investigaciones de COLGAN, M.W. 1990 quien determinó, que el evento ENOS de 1982 - 1983 mató casi la totalidad de corales de la Isla Galápagos y otros arrecifes del Océano Pacífico oriental.

## **OBJETIVO**

Sostener que el origen de las "Mareas Rojas Tóxicas" estarían relacionados a bacterias y microorganismos quimiosintéticos desarrollados en ambientes profundos, ácidos, calientes y pobre en oxígeno como consecuencia de una intensa actividad volcánica sulfurosa.

Establecer que la interrelación entre las diversas formas de energía del interior y exterior de la tierra, generarían reacciones energéticas responsables de la génesis, desarrollo o extinción de formas de vida del ecosistema.

## **HIPOTESIS**

La existencia de graduales reacciones químicas, termoquímicas, iniciado en ámbitos reductores del fondo oceánico, bajo condición termodinámica alterada por el calor y elementos químicos expulsado por vulcanismos sulfurosos, además, de

la activa participación de microorganismos y bacterias quimiosintéticas que al asimilar y sintetizar estos elementos y compuestos químicos resultantes, adquieren propiedades tóxicas. Luego este caldo volcánico, se eleva a la superficie marina donde predomina el oxígeno, produciéndose otras reacciones químicas oxidantes, fotoquímicas, y cambio gradual del color del caldo bacterial y el fitoplancton invadido (marrón, ocre, amarillo, rojo, blanco, pardo etc.), ocurriendo purga, muerte y varazón de la flora y fauna que encuentra a su paso.

A las reacción química anterior se suma otras reacciones químicas y energéticas procedentes de gigantescas columnas de aguas saturada de elementos químicos, metales y minerales sulfurados lanzado por Megafumarolas (verdaderos huracanes submarinos), formando nuevos compuestos y sustancias que modifican la condición termodinámica del océano, añadiendo calor adicional a los volcanes que afectan la estabilidad física y química del medio ambiente marino con formación de nuevas sustancias químicas más complejas como: sulfatos, nitratos, sales etc. asimilados por bacterias quimiosintéticas y que en algún momento de su desarrollo, se suman a los cuerpos de agua ácida y caliente de procedencia volcánica, invadiendo así, cuerpos de agua superficial poblada de fitoplancton, y desarrollando con ellos procesos simbióticos y mutualistas.

La generación de "Mareas Rojas" estaría gobernada por modificación de densidad, viscosidad, salinidad, temperatura y acidez de las aguas, asociado al debilitamiento de los Vientos Alisios.

## **RECOMENDACIONES**

Promover y organizar la investigación multidisciplinaria en centros universitarios, dependencias del Estado y Organismos Internacionales, que a la luz de nuevos planteamientos encaminen a desentrañar el origen de la "Marea Roja", ayudando así a organismos y países afectados por este evento a plantear políticas apropiadas de monitoreo, control y prevención.

Sobre los lineamientos del probable origen de la "Marea Roja" investigar la composición química de algas, microorganismo y bacteria, así como la producción de diferentes reacciones química y termoquímica que se opera en las fuentes ácidas, sulfurosas y reductoras del fondo oceánico hasta los niveles superiores oxigenados.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- ❖ CAMPOBLANCO, D. Honorio. El Fenómeno de El Niño Bajo la Concepción Geológica. Lima -PERU :Tesis de Magister. U.N.M.S.M. 1998.
- ❖ ÑIQUEN, Miguel / Marilú Bouchon / Sandra Cahuin / José Valdez. Efectos del Fenómeno El Niño 1997-98 sobre los principales recursos pelágicos en la costa peruana. Lima -PERU : Rev. Peruana de Biología. UNMSM. 1999. Pág. 85-96.
- ❖ PASTOR, C. El Macrozoobentos del Fondo Blando frente a la bahía de Catarindo durante el fenómeno "El Niño 1997-98". Lima -PERU : Revista Peruana de Biología. UNMSM. Pág. 39 - 46.
- ❖ SÁNCHEZ, Sonia. Mareas Rojas en el área del Callao, Informe progresivo. IMARPE, Lima. 1996.