

EVALUACIÓN DE MAREAS ROJAS DURANTE 1968-2009 EN ECUADOR.

Gladys Torres ⁽¹⁾

RESUMEN

Las mareas rojas o florecimientos algales masivos tóxicos, constituyen fenómenos naturales y antrópicos que se han manifestado a lo largo de la historia, causando impactos negativos a las pesquerías, ecosistemas y salud humana. Se realizó un análisis retrospectivo de la información existente sobre mareas rojas en el área marina costera e insular del Ecuador comprendido entre 1968 y 2009, con el propósito de ubicar áreas de mayor ocurrencia, épocas y contar con un registro de las especies causantes de estos eventos. Los resultados evidenciaron 131 eventos de marea roja en el cual 26 eventos de mortalidad se incluyeron. Los meses con mayor eventos fueron marzo abril, y mayo coincidentes con la época cálida; aunque estos también se evidenciaron en todos los meses del año. La mayor ocurrencia fue en el Golfo de Guayaquil (80%), principalmente en el Estero Salado y río Guayas, sector de Puná y borde costero de El Oro, sectores que se relacionan con mayor uso antrópico. Se identificaron treinta y siete especies causantes de mareas rojas, siendo la clase Dinophyceae la más relevante con veintiocho especies de dinoflagelados, seguidos por Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Raphidophyceae y Ciliados. *Mesodinium rubrum* fue el ciliado con mayor número de mareas rojas, seguidos por *Gymnodinium sp.*, *Noctiluca scintillans* y *Cochlodinium catenatum*, algunos eventos se relacionaron con mortalidad de organismos (peces, camarón y larvas de camarón). Se establece la necesidad de una propuesta de estrategias en el manejo integrado de la prevención, control y vigilancia a futuros eventos de mareas rojas y a sus impactos.

Palabras Claves: Marea roja, microalgas, fitoplancton, bloomalgal, dinoflagelados biotoxina.

ABSTRACT

Red tides or massive toxic alga blooms are natural phenomena and man who have spoken throughout history, causing negative to fisheries, ecosystems and human health impacts. A retrospective analysis of the existing information on red tides, happened in understood the coastal and insular marine areaod Ecuador between 1968 and 2009, in order to locate aerial geographic of mainimpact, time of the occurrence, species producing causes of these events and mortality of organisms. The results demostrated 131 red tide, 26 events of mortality organism were included. The months of main occurrence were in March, April and May, although these also were demonstrated in everymonth of theyear, coincident with the warm time (warm season). The geographic of the most occurrence was located in the Gulf of Guayaquil (80%), mainly in the internal channels (Estero Salado and Guayas river), near of Puna island and in front of the El Oro Province. Thirty-seven species were identified cause of red tides, being the Dinophyceae class with twenty-eight species of dinoflagellates, followed by Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Raphidophyte and Ciliate. Ciliate *Mesodinium rubrum* was the dominant taxon with highest number of red tides, followed by *Gymnodinium sp.*, *Noctiluca scintillans* and *Cochlodinium catenatum*, some events related to mortality of organisms (fish, shrimp and shrimp larvae). These results establish the necessity of actions anticipated by means a strategies proposal in the integrated management of prevention, control and monitoring of red tides and future impacts.

Keywords: Red tide, microalgae, phytoplankton, algal bloom, dinoflagellate, biotoxin.

¹Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil- Ecuador. Fax (5934) 485166.EMail: Gladys.torres@inocar.mil.ec

INTRODUCCIÓN

El término Mareas Rojas o Floraciones Algales Nocivas (FAN) y “red tide o Harmful Algal bloom” (HAB), ha sido designado por la COI-UNESCO en el Panel Intergubernamental (IPHAB) para asignar las apariciones de un heterogéneo grupo de microorganismos (planctónicos o bentónicos) que son percibidos por el hombre, por sus efectos adversos a la salud humana, a las zonas costeras de explotaciones de acuicultura, turísticas y en las poblaciones naturales de organismos marinos (Reguera, 2002). Las FAN afectan a una amplia variedad de pesquerías (Black, 2001), han provocado intoxicaciones con graves problemas a la salud pública, han causado pérdidas económicas al sector maricultor, y tienen implicaciones relevantes en el uso de aguas recreacionales (Masó, 2003).

Los ecosistemas marinos costeros tienen grandes riesgos frente a la combinación de las actividades humanas y están seriamente afectados por la alteración en la cadena alimentaria, cambio climático, alteración de hábitat, erosión costera, introducción de especies exóticas invasoras por agua lastre de buques y polución de las aguas costeras (Hansen et al., 2001), son factores que condicionan la abundancia del “bloom” algal (Fogg, 2002). Algunos experimentos indicaron que las algas nocivas pueden utilizar los nutrientes orgánicos e inorgánicos disueltos en aguas de descargas domésticas costeras (Lindehoff et al., 2009), al arrastre de nutrientes de los campos agrícolas (Fournier, 2009). Causan intensa discoloración del mar por los pigmentos de las algas involucradas, formando parches o manchas superficiales con pocos metros de espesor y se pueden extender por cientos de kilómetros.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo Sustentable en 1992 (Agenda 21) y la Convención sobre Cambio Climático, han reconocido la prioridad de investigar las algas nocivas. En el Panel Intergubernamental COI-FAO sobre las FAN, se consideró que el “bloom” de algas nocivas es un

problema global con implicaciones regionales y locales (GEOHAB, 2004). Existen Programas Nacionales desarrollados por diversos países (Canadá, China, Francia, Japón, Grecia, Alemania, Irlanda, España Estados Unidos, Italia, México, Filipina, Suecia y Reino Unido), en coordinación con varios subprogramas de la COI (UNEP, ICES, PICES, SCOR, CE) en todos los Océanos. Actualmente, se han creado redes de grupos regionales liderados por la IOC-HAB (ANCA, FANSA, HANA, WESTPAC/HAB, WGHABD, ECOHAB, EUROHAB, HARNNESS), para facilitar y coordinar investigaciones que logren el entendimiento de su ecología, mejorar los modelos operacionales y acciones preventivas. Por consiguiente, el objetivo de esta investigación fue documentar la ocurrencia de mareas rojas, identificar los sectores más vulnerables a estos eventos en el borde costero e insular del Ecuador, su incidencia estacional, especies que causaron la discoloración y registros de mortalidad de organismos ocurridos hasta el 2009.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación de los documentos publicados en las bibliotecas del INOCAR, INP y de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil; se dialogó con los especialistas de los temas publicados y no publicados sobre mareas rojas. Se efectuó un análisis del método de muestreo cuali-cuantitativo. Otros reportes fueron generados durante el proyecto de “Mareas rojas: Monitoreo e Información” desarrollado por el INOCAR (2003-2005), incluyendo los avisos desde pescadores que denunciaron estos eventos raros a las Capitanías de Puertos; en otros casos se efectuaron algunos muestreos con el apoyo del EDC (2004-2005), otros desde algunas comunicaciones de biólogos del sector camaronero que enviaron muestras y avisos de sociedad Latinoamericana de Acuicultura (S.L.A.).

Con los registros obtenidos, se prepararon mapas de las ocurrencias de mareas rojas en 4

En la zona central del país (Figura 2), ha registrado un ligero incremento de estos eventos al sur del margen costero como Olón, Manglaralto, Ayangue, Valdivia, Monteverde, Palmar, San Pablo, principalmente causadas por *M. rubrum* y dinoflagelados. Otro evento de mortalidad de peces fue relacionada a la abundancia de cianobacterias en el río Portoviejo. Esta área geográfica registró

ambientes marinos influenciados por la posición del Frente Ecuatorial, y correspondió a zonas activas e importantes para la pesca artesanal e industrial. En 12 años del periodo de estudio se registraron veinte ocurrencias de mareas rojas y tres de mortalidad de peces; en el 2000 se registró el mayor número de eventos (con tres sucesos en marzo y uno en mayo), coincidente con el evento frío de La Niña.

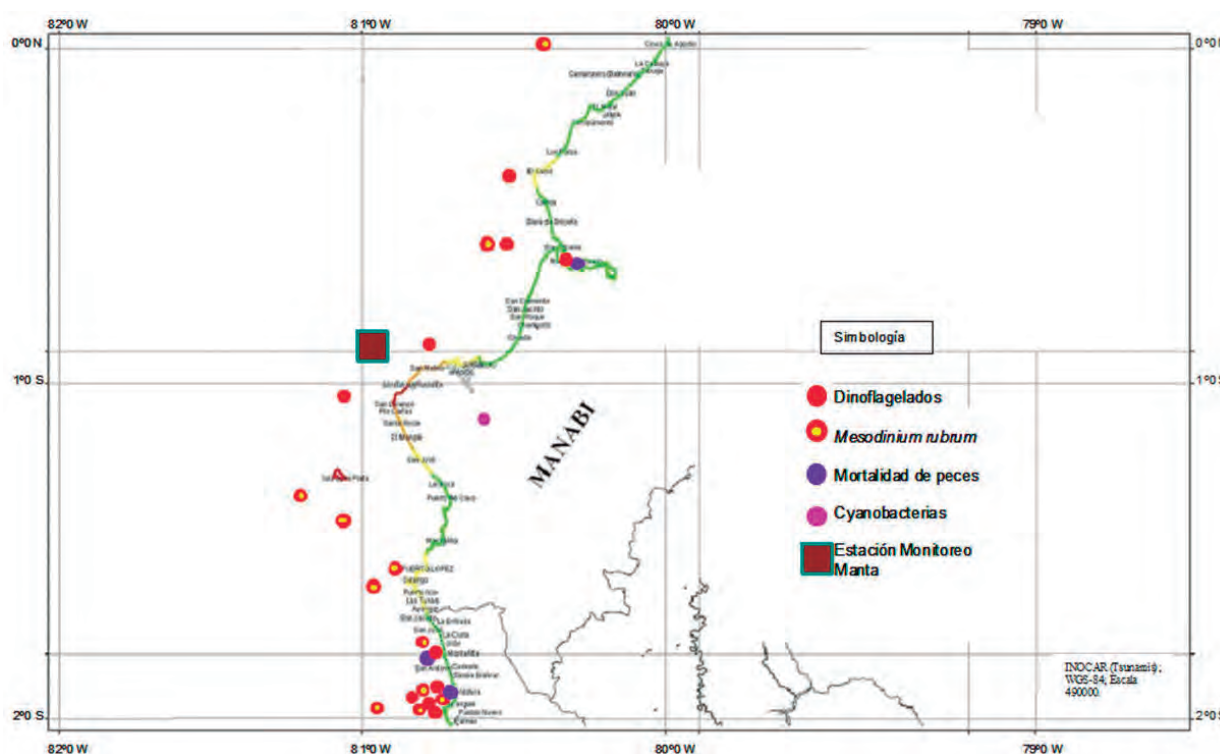


Figura 2. Registros de mareas rojas y mortalidad de peces (1968-2009) en la costa central del Ecuador.

En la parte sur del país, se evidenció la mayor ocurrencia de mareas rojas (80 %) y mortalidad de peces (77 %) fueron registrados en el Golfo de Guayaquil (Figura 3). La distribución de estos eventos, correspondieron principalmente en el área central del Golfo (13 %), área norte del Golfo (19 %), en los canales internos del estero Salado (22 %), río Guayas (5%), y entre la isla Puná (Provincia del Guayas) y en el borde costero de la Provincia de El Oro con el 21 % (Figura 4); lo cual sustenta la hipótesis de “mayor ocurrencia en áreas de mayor uso

antrópico”. Estos resultados confirman que el sector del golfo interno y externo, es la zona de mayor riesgo de amenazas y vulnerabilidad sobre futuros eventos para el país, considerada como la zona más productiva en recursos pesqueros, industria camaronera, cercanas a sitios de cuarentena de buques de tráfico internacional que ingresan hacia al Puerto de Guayaquil y Puerto Bolívar, sector de mayor resiliencia a los múltiples usos en tierra y en agua.

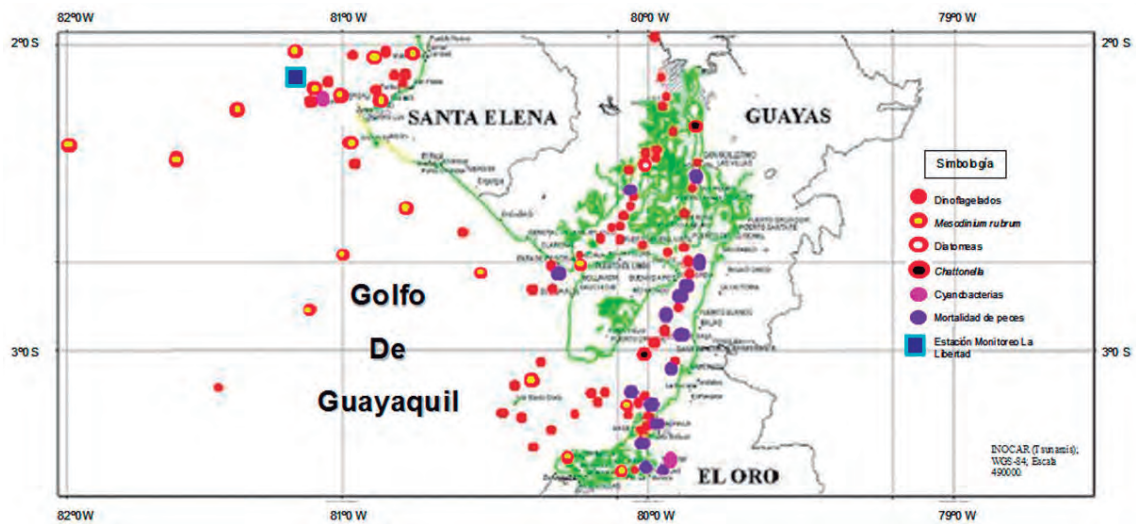


Figura 3. Registros de mareas rojas y mortalidad de organismos (1968-2009) en el Golfo de Guayaquil.

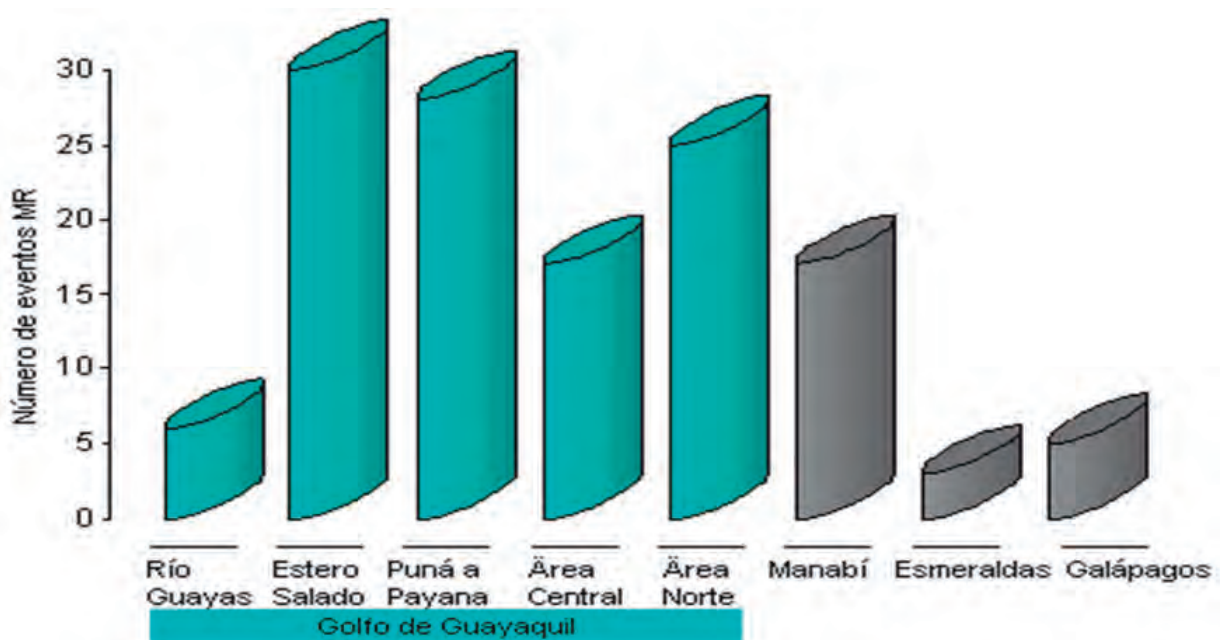


Figura 4. Número de reportes de mareas rojas por área geográfica de la zona costera e insular entre 1968 a 2009.

Las mareas rojas reportadas en Galápagos (Figura 5), se evidenciaron en la zona de afloramiento del Canal Itabaca y sur de Isabela causadas por *M. rubrum*; en la laguna costera las Diablas (Puerto Villamil-Isabela) compuesta por cianobacterias. Al sur de la isla Santa Cruz (Bahía Academia), también se registraron estos

eventos; en Tortuga Bay fue evidenciada una pequeña mancha color café rojizo (causada por la diatomea *Bellerochea malleus*) y es permanente desde el 2000 hasta esta investigación. En abril de 1980 se reportó la única mortalidad de peces relacionada con la marea roja causada por *Prorocentrum gracilis*.

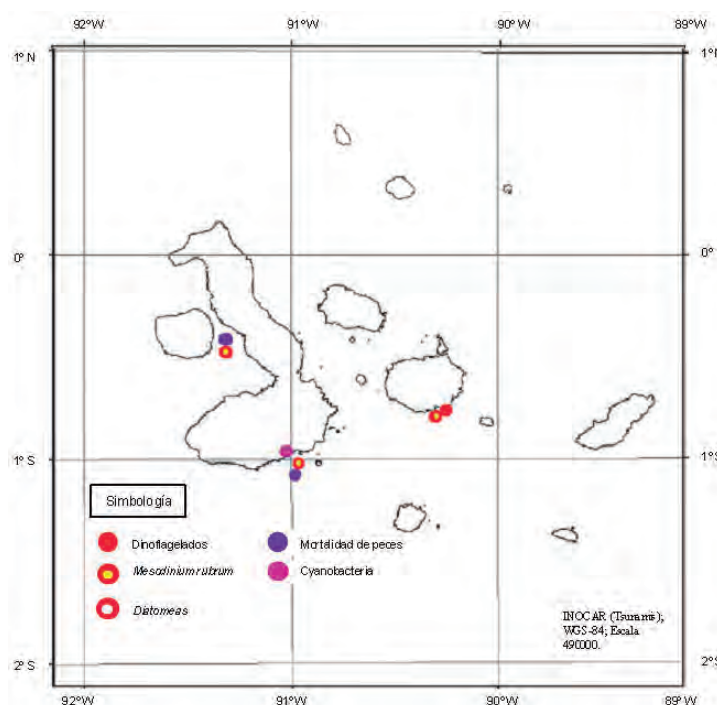


Figura 5. Registros de mareas rojas y mortalidad de peces (1968-2009) en Galápagos.

Los registros de marea roja ocurrieron en todos los meses del año, siendo los meses de marzo, abril y mayo los de mayor ocurrencia durante el periodo de esta investigación (Figura 6), coincidentes con la época cálida (mayor radiación solar) y correspondió a la época húmeda o lluviosa del país (invierno). En los 42 años, solo 32 años registraron eventos de mareas rojas y 10 años no se obtuvieron evidencias o no ocurrieron. En veintiséis eventos fueron relacionados con la mortalidad

de organismos principalmente peces, en su mayor parte ocurrieron en el Golfo de Guayaquil; mortalidad que no ha tenido una explicación científica, ni seguimiento por las autoridades ambientales y pesqueras en investigar cuál fue la causa; eventos que han sido denunciados por los pescadores de algunos sectores de la Provincia de El Oro, lo que ha generado conflictos pesqueros (1981-1996-2003, 2004, 2007-2008) por casi tres décadas.

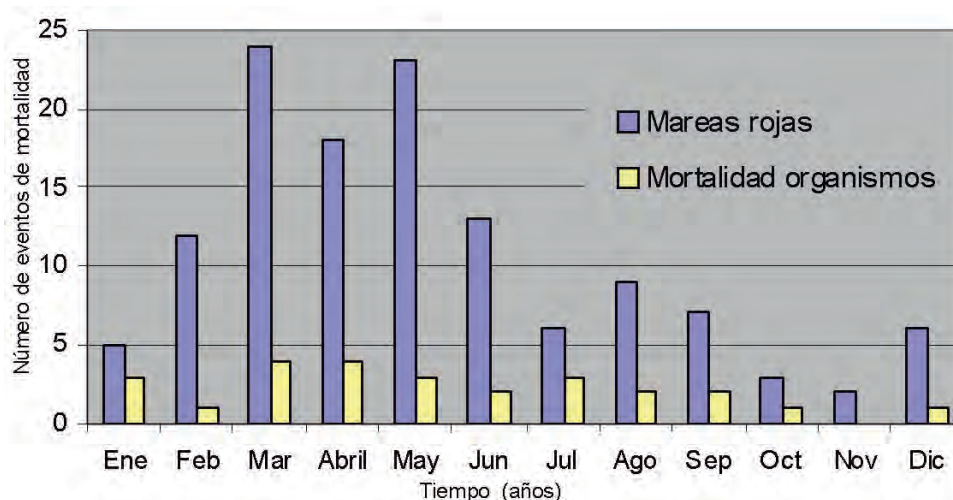


Figura 6. Registro mensual de eventos de marea roja y mortalidad de organismos (1968-2009).

Durante el periodo 1968-2009, se registraron treinta y siete especies comprendidas en diecisiete géneros que fueron las causantes de la discoloración en el mar; en ocho eventos no fueron identificados por carecer de muestras, los que son descritos en Torres (2012). El taxón con mayor número de especies fue la clase Dinophyceae con 29 especies de dinoflagelados, seguidos por Cyanophyceae (2 especies), Bacillariophyceae (3 especies), Raphidophyceae (2 especies) y el ciliado *M.*

rubrum. La mayoría de las especies causantes de mareas rojas se encontraron en el área del Golfo de Guayaquil y se relacionan con el mayor reporte de estos eventos al sur del país (Figura 3). Las especies que registraron mayor ocurrencia fueron *Mesodinium rubrum* (33 eventos) y *Gymnodinium* sp. (13 eventos), *N. scintilans* (7 eventos), *Prorocentrum minimum* (6 eventos), *Clochlodinium catenatum* (5), *Gyrodinium* sp., (3), y el resto de especies fue menor a 2 eventos (Figura 7).

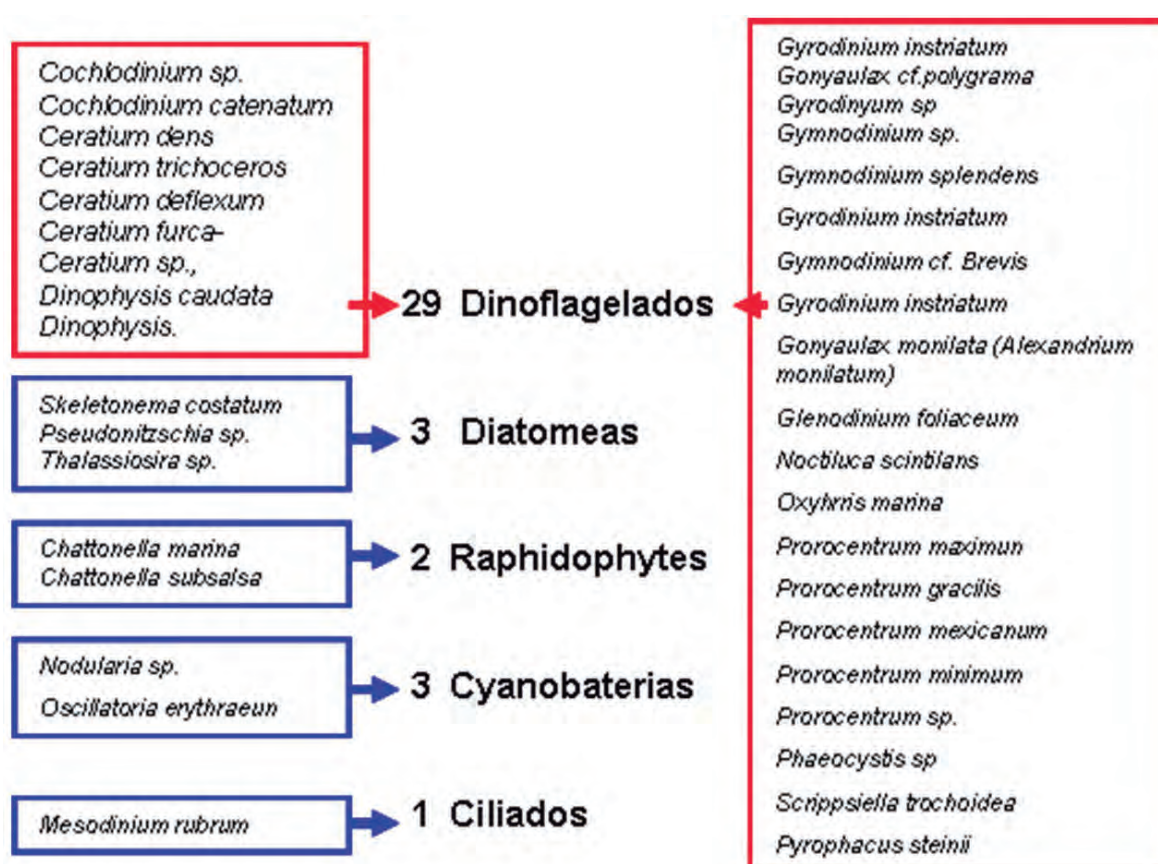


Figura 7. Especies que han causado eventos de mareas rojas en Ecuador (1968-2009).

Los eventos causados por *M. rubrum*, siete de ellos ocurrieron años fríos como La Niña (1996 y 2000) y dos eventos durante El Niño (años 1981 y 1991); 2 eventos fueron coincidentes con mortalidad masiva de peces 1986 y 1996). Con estos registros se evidenció que el grupo de dinoflagelados fueron los que prevalecieron en los eventos de mareas rojas.

Las condiciones oceanográficas en la zona costera del mar ecuatoriano, han permitido escasos eventos de mareas rojas y que sean de corta duración, lo cual puede ser aprovechado para implementar la maricultura (Olsen, 2011), pero con un buen manejo de los nutrientes (Tsukamoto, 2002).

Estos resultados han evidenciado el alto riesgo de tener futuros episodios tóxicos en nuestra costa, como los registrados en los países vecinos (Perú y Colombia); hay que considerar la urgencia de establecer reformas en las políticas sectoriales y programas de manejo, que disminuyan en crear hábitats propicios para la formación de blooms algales (mayor contaminación y nutrientes), en implementar laboratorios con equipos especializados para biotoxinas, difusión de esta problemática a todo nivel, así como las medidas preventivas y de control de especies invasoras contenidas en el agua de lastre de buques.

Existe extensiva literatura sobre los organismos que causan mareas rojas, muy pocas publicaciones enfocan los impactos socioeconómicos, los que han sido divididos en 4 principales sectores: salud pública, pesca comercial, recreación-turismo y esfuerzo en el monitoreo-manejo con sus posibles técnicas de mitigación. Sin embargo, es importante como la percepción pública percibe estos riesgos en su salud y económica local.

No existe un método científico de predecir la aparición de estas mareas rojas. El adelanto tecnológico (mapeos de clorofila), el continuo monitoreo del fitoplancton y variables ambientales en sitios de mayor ocurrencia (retrospectivo), se necesita disponer de mecanismos gubernamentales de proyectos de observación prospectiva permanente

(Oceanografía operacional) dependientes de la necesidad de los usuarios, que permitan detectar y predecir con rapidez los fenómenos costeros y su difusión, a fin de reducir los impactos económicos principalmente al sector productor acuícola- maricultor y sitios de mayor pesca.

CONCLUSIONES:

Durante este estudio las mareas rojas se iniciaron desde 1968 hasta el 2009, se evidenciaron 131 eventos de mareas rojas. Los años de mayor ocurrencia fueron en 1985, 2001 y 2003.

El área geográfica de mayor ocurrencia de marea roja y mortalidad de organismos se localizó en el Golfo de Guayaquil (canales internos del estero Salado y río Guayas y frente al borde costero de la provincia de El Oro), la misma que es coincidente con el área más productiva del sector camaronero.

Se registraron treinta y siete especies causantes de mareas rojas, siendo la clase Dinophyceae que presentó veintiocho especies de dinoflagelados, los que pueden formar "blooms" nocivos, en su mayor parte son cosmopolitas. Las Cyanophyceae, Bacillariophyceae y Raphidophyceae registraron el menor número de especies. En veintiséis eventos fueron relacionados con la mortalidad de organismos, en su mayor parte ocurrieron en el Golfo de Guayaquil.

En marzo, abril y mayo, fueron los meses de mayor ocurrencia de marea roja y mayor densidad algal, que permitirá establecer una planificación de un Sistema de Alerta Temprana en los futuros muestreos de calidad de agua de los ecosistemas costeros y su difusión inmediata con el sector productor acuícola camaronero/piscicultor y comunidades pesqueras costeras.

BIBLIOGRAFÍA:

Black E. 2001. A Risk Assessment Approach to HAMM for Aquaculturists. HAMM. In <http://www.cfsan.fda.gov/~frf/hamm01ab.html>.

Coello D. 2003. Mareas rojas en el Ecuador. Informe del Instituto Nacional de Pesca. VI Taller REGIONAL COI FANSA sobre Floraciones Algaes Nocivas en Sudamérica, Guayaquil.

Coello D. 2007. Marea roja ocasionada por *Scripsiella trochoidea* en el estuario del río Chone (mayo 2007). Informe INP.

Coello D., Cajas J., Macias P., Calderón G., y J. Lindao. 2009. Calidad de agua frente a Bajo Alto (Canal de Jambelí), durante junio 2009. Informe INP. 11pp.

Fogg G. 2002. Harmful Algae: A Perspective. Harmful Algae 1: 1-4.

Fournier M., 2009. La zona Marino Costera. Undécimo informe sobre el estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Informe final.

GEOHAB, 2004. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal "bloom": Science Plan. P. Glibert and G. Pitchers (Eds.). SCOR and IOC, Baltimore and Paris, 87.pp.

Hallegraeff G. 2002. Aquaculturist Guide to Harmful Australian Microalgae. 2nd. Edition. Universidad de Tasmania, Australia.

Hallegraeff G. 2004. Harmful Algal "bloom"s: A Global Overview. In Manual on Harmful Marine Microalgae. Edited by G. Hallegraeff, D. M., Anderson, and A.D. Cembella, A.D. Hansen G., Turquet J., Pasca J., Ten-Hage L., Lugomela C., Kyewalyanga M., Hurbungs M.,

Wawiye P., Opongo B., Tunja S., and H. Rakotoarinjanahary. 2001. Potentially Harmful microalgae of the Western Indian Ocean: a guide base a preliminary survey. IOC

Manuals and Guides Nº 41, UNESCO.

Jiménez R. 1989. Red Tide and Shrimp Activity in Ecuador. Establishing a Sustainable Shrimp Mariculture Industry in Ecuador. Ed. S. Olsen and L. Arriaga. pp 185-194.

Jiménez R., 1993. Ecological factors related to *Gyrodinium aureolum* "bloom" in the inner estuary of Gulf of Guayaquil. Toxic Phytoplankton "bloom"s in the sea. T.J. Smayda and Y. Shimizu editors.

Jiménez R., 1996. Biología, Ecología y Acuicultura (segunda parte). En Sistemas Biofísicos en el Golfo de Guayaquil. Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República (CAAM).

Jiménez R., y E. Gualancañay, 2006. Floraciones de *Mesodinium rubrum* en los procesos de surgencia en el Pacífico Ecuatorial. Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR. 13 (1): 65-72.

Lindehoff E., Granéli E., and W. Granéli, 2009. Effect of tertiary sewage effluent additions on *Prymnesium parvum* cell toxicity and stable isotope ratios. Harmful Algae, 8: 247-253.

Masó M. 2003. Harmful Algal Blooms and Nutrients. Workshop on Marine-Based Public Health Risk International Marine Center. Italy.

Olsen Y., 2011. Resources for fish feed in future mariculture. Aquacul. Environ. Interact. 1: 187-200.

Reguera B., 2002. Establecimiento de un programa de seguimiento de microalgas tóxicas.

En Floraciones Algaes Nocivas en el Cono Sur Americano, Sar E., M. Ferrario y B. Reguera (eds). Instituto Español de Oceanografía.

Sournia A. 1978. Phytoplankton manual. Monographson Oceanographic methodology 6. UNESCO.

Torres G., 2000. Ocurrencias de Mareas Rojas durante 1989-1999, en aguas Ecuatorianas. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR, Ecuador), 10 (1): 127-136.

Torres G., y C. Palacios, 2007. “Bloom” de Noctiluca scintilans y Ceratium dens en el Golfo de Guayaquil (2004). Informe científico. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR, Ecuador), 14 (1): 125-130.

Torres G. 2012. Eventos de mareas rojas: Estrategias de manejo preventivas en Ecuador.

Tesis de Grado Magister en Ciencias. Universidad de Guayaquil.

Tsukamoto R., 2002. Tratamiento Primario Avanzado: El Paradigma moderno de tratamiento de aguas residuales sanitarias.

Twilley R., Cárdenas W., Rivera-Monroy V., Espinoza J. Suescum R., Montaña M. and L.

Solórzano. 1999. Ecology of the Gulf of Guayaquil and the Guayas River Estuary. Informe.

Utermohl, H., 1958. Zur Vervollkommenung der Quantitativ phytoplankton methodik Mitt Inter. Ver. Limnol, 9:1-38.