



Eventos de mareas rojas: Estrategias de manejo preventivas en Ecuador

Events of red tides: Preventive strategies of management in Ecuador.

Gladys Torres Ch.

Eventos de mareas rojas: Estrategias de manejo preventivas en Ecuador

Events of red tides: Preventive strategies of management in Ecuador.

Gladys Torres Ch.¹

Como citar: Torres, G. (2021). Eventos de mareas rojas: estrategias de manejo preventivas en Ecuador. *Revista Universidad De Guayaquil*, 117(3), 19–28. DOI: <https://doi.org/10.53591/rug.v117i3.863>

Resumen

Se realizó un análisis retrospectivo de la información existente sobre mareas rojas en el área marina costera e insular del Ecuador comprendidos entre 1968 y 2009, con el propósito de ubicar áreas y épocas de mayor ocurrencia y las especies causantes de estos eventos. Los resultados evidenciaron 131 eventos de marea roja, registrados en todos los meses del año, siendo marzo, abril, y mayo los de mayor ocurrencia coincidentes con la época cálida. 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 un Ciliado. *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) que no han tenido una explicación científica de cuál fue la causa, lo que establece la necesidad de una propuesta de estrategias en el manejo integrado de la prevención, control y vigilancia a futuros eventos de mareas rojas a sus impactos.

Palabras Claves: marea roja, microalgas, fitoplancton, Bloom algal, dinoflagelados biotoxina.

Summary

A retrospective analysis of the existing information was made on red tides, happened in understood the coastal and insular marine area of Ecuador between 1968 and 2009, in order to locate aerial geographic of main impact, times of the occurrence, species producing causes of these events and the registries of mortality of organisms. The results demonstrated 131 events of red tide in which 26 events of mortality of organisms were included. The years of greater occurrence were in 1985 (Estero Salado), 2001 (coastal central area) and 2003 (Puná island and coasts of El Oro), possibly in answer to local oceanographic conditions. The months of main occurrence were in March, April, and May, although these also were demonstrated in every month of the year, coincident with the main solar radiation. The aerial geographic of the most occurrence was located in the Gulf of Guayaquil (80%), mainly in the internal channels, near of Puná island and in front of the El Oro Province, sites that are related to areas of greatest anthropogenic use. Thirty and seven species were identified cause of red tides, being the Dinophyceae class with twenty-eight species of dinoflagellates, followed by Cyanophyceae, Bacillariophyceae (three species), Raphidophyceae (two species) and one Ciliate. The Gulf of Guayaquil it was the site that had of most number of species. *Mesodinium rubrum* was the dominant taxon with highest number of red tides, followed by *Gymnodinium* sp., *Noctiluca scintillans* and *Cochlodinium catenatum*. The twenty-six events were related to mortality of organisms (fish, shrimp and larvae of shrimp) and these happened in the Gulf mainly; this not had a scientific explanation, because any environmental authority at the present as it was the cause. These results establish the necessity of actions anticipated by means of a strategies proposal in the integrated management of the prevention, control and monitoring to future events of red tides and their impacts.

Key words: Red tide, microalgae, phytoplankton, algal bloom, dinoflagellate, biotoxina

¹Doctora en Biología, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: gtorreschuqui@hotmail.com

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 contaminación 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 y las descargas de aguas servidas de las poblaciones costeras (Fournier, 2009).

Las microalgas que causan mareas rojas, corresponden a cianobacterias, diatomeas, dinoflagelados,

silicoflagelados, primnesiofitas y rafidofitas; siendo los dinoflagelados el grupo más representativo y capaces de provocar eventos nocivos (tóxico o dañino) e impactos ecológicos y económicos reportados a nivel mundial (Anderson et al., 1998). 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. Se necesitan implementar estrategias de manejo costero integrado (operacional y práctico), que ayuden a estar vigilantes a los eventos de mareas rojas (Young et al., 2007) e identificar los problemas de valoración ambiental por ser las microalgas el primer nivel trófico acuático (Fig. 1).



Figura 1: Importancia de las microalgas y su rol con las actividades del hombre.

Por consiguiente, el objetivo de esta investigación fue identificar los sectores costeros más vulnerables a la ocurrencia de mareas rojas en el borde costero e insular del Ecuador, su incidencia estacional, las especies que causaron la discoloración y registros de mortalidad de organismos, ocurridos entre 1968 y 2009.

Materiales y metodos

Los 52 documentos registrados en este estudio (publicados y no publicados) correspondieron a un periodo de 42 años comprendidos entre 1968 hasta el 2009. No todos presentaron una metodología estandarizada como lo describe el manual de fitoplancton de la UNESCO (Hallegraeff et al., 2004). Sin embargo, en la mayoría existe similitud de métodos de muestreo: a) muestras de agua colectadas con baldes y botellas Van Dorn (análisis cuantitativo cel/l) preservadas con Lugol (Hallegraeff, 2002) y observadas según la técnica de Utermohl (1958);

b) muestras obtenidas con arrastres superficiales de redes cónicas de 55u, 63u y 75u (análisis cualitativo cel/m³) aplicando la técnica de UNESCO (Sournia 1978). La mayor parte de los registros de esta investigación correspondieron a muestras de agua (76 %), otras muestras fueron obtenidas con redes (19 %), y el resto solo existe el reporte de marea roja (5 %) donde no menciona ninguna metodología.

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 desde biólogos del sector camaronero enviaron muestras, así como los monitoreos solicitados desde la Subsecretaría de Recursos Pesqueros en el

seguimiento de mareas rojas y mortalidad de peces, para dar solución a algunos conflictos pesqueros. Con los registros obtenidos, se prepararon mapas de las ocurrencias de mareas rojas, en el mapa base de riesgos naturales por tsunamis del INOCAR (no publicado), Datum WGS-84; Escala 490.000).

Resultados

La información retrospectiva correspondió a un total de 131 eventos de mareas rojas registrada durante el periodo 1968 - 2009 (42 años) en Ecuador, que correspondieron a 32 publicaciones y 20 documentos no publicados relacionados al tema de marea roja y mortalidad de organismos, han sido generadas principalmente por INOCAR (52 %) e INP (23 %). Otros documentos correspondieron a consultorías privadas, informes regionales COI-UNESCO-FANSA, publicaciones en revistas especializadas en algas nocivas.

Los documentos con mayor aporte de registros de marea roja y mortalidad de peces en aguas ecuatorianas, han sido generados por Jiménez (1989) con la ocurrencia de 30 eventos mareas rojas desde 1968 al 1986, período en las que se incluyeron algunas publicaciones (Jiménez, 1989), en relación a la importancia del control y vigilancia en piscinas camaroneras por los problemas de mortalidad del camarón, coincidente con la marea roja (Ochoa, 2000). Posteriormente, Jiménez (1996) agrega 17 eventos que están incluidos en otras publicaciones nacionales, otros eventos fueron reportados por el Instituto Nacional de Pesca (Coello 2003, 2007; Coello et al, 2009.). Torres (2000) dió un reporte de 20 eventos entre 1989 al 1999; investigaciones que coincidieron con el inicio de las investigaciones marino-costeras en estudios del fitoplancton en Ecuador por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) e Instituto Nacional de Pesca (INP).

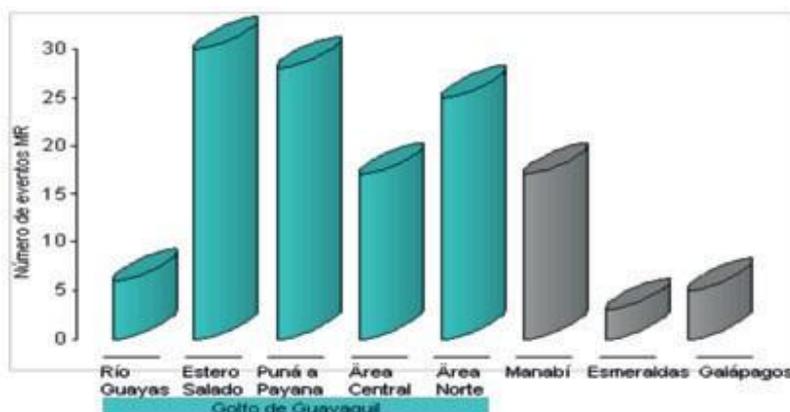


Figura 2: Número de reportes de mareas rojas por área geográfica de la zona costera e insular entre 1968 a 2009.

En el Golfo de Guayaquil, evidenció el mayor número de ocurrencia de marea roja y mortalidad de organismos (Fig. 6) y correspondió al 80% de todos los registros en varios sectores del Golfo: río Guayas, Estero Salado, Puná a Payana, Golfo norte y parte central (Fig. 2). El área central de las costas de Manabí disminuyó el número de ocurrencia (Fig. 5) con el 14 % de todos los eventos (Fig. 2). De manera general, la región insular de Galápagos (Fig. 3) y la zona norte del país (Fig. 4) fueron las áreas con menor número de reportes de mareas rojas, correspondiente al 4 % y 2 % respectivamente (Fig. 2).

Las mareas rojas reportadas en Galápagos (Fig. 3), 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, es el sitio más poblado y de visita turística de Galápagos; en Tortuga Bay fue evidenciada una pequeña mancha color café rojizo (causada por la diatomea *Bellerocha*

malleus), permanente desde el 2000 hasta esta investigación, lo cual podría estar asociado a algún elemento nutritivo que permita su crecimiento. En abril 1980 se reportó la única mortalidad de peces relacionada con la marea roja causada por *Prorocentrum gracilis*.

En Esmeraldas (Fig. 4) los registros fueron escasos y coincidieron en las cercanías de estuarios y áreas de manglar (Cojimíes, Esmeraldas y San Lorenzo). En el estuario de Cojimíes (junio 1996), se registró un solo evento de mortalidad de peces en esta provincia fue asociada a la marea roja causada por *Mesodinium rubrum*, posiblemente sea atribuible a que este año correspondió a un evento oceanográfico de condiciones frías.

En la zona central del país (Fig. 5), ha registrado un ligero incremento de estos eventos al sur del margen costero como Olón, Manglaralto, Ayangué, Valdivia, Monteverde, Palmar, San Pablo, principalmente causadas por *M. rubrum* y dinoflagelados. Otro evento de mortalidad de peces fue relacionada a la

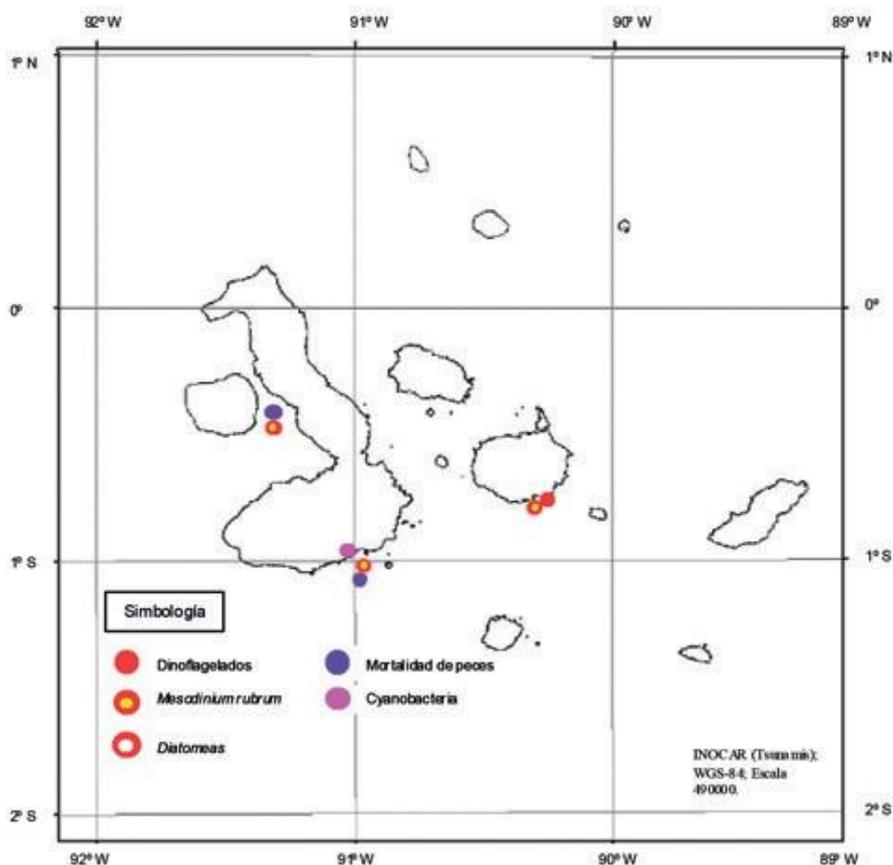


Figura 3: Registros de mareas rojas y mortalidad de peces (1968-2009) en Galápagos.

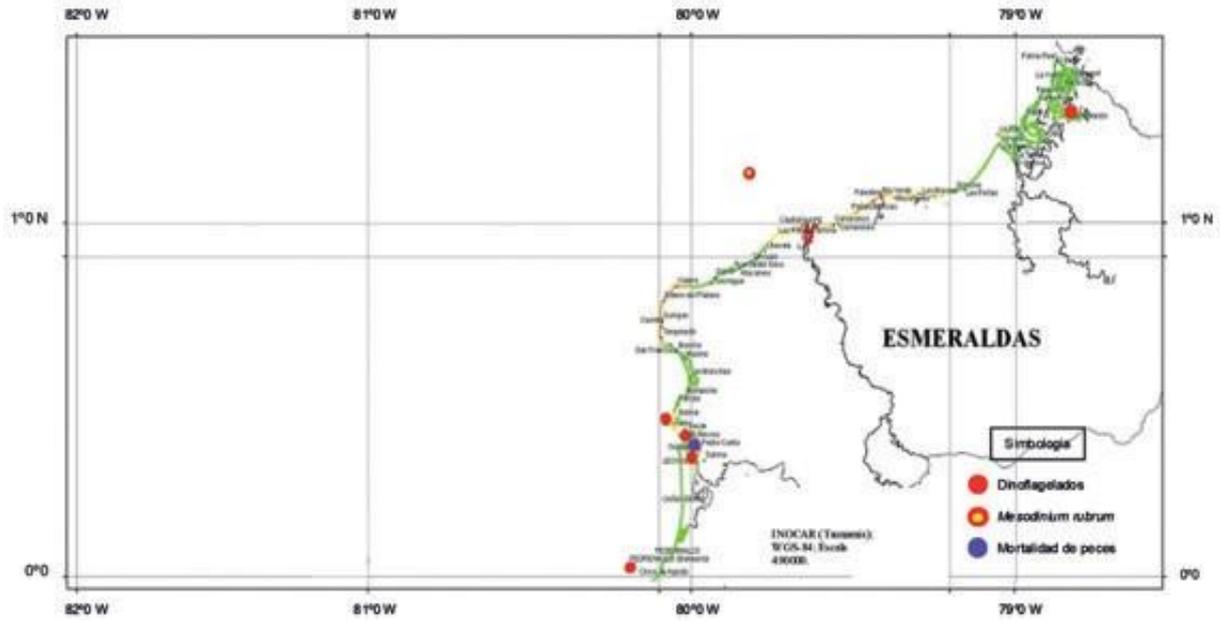


Figura 4: Registros de mareas rojas y mortalidad de peces (1968-2009) al norte de la costa del Ecuador.

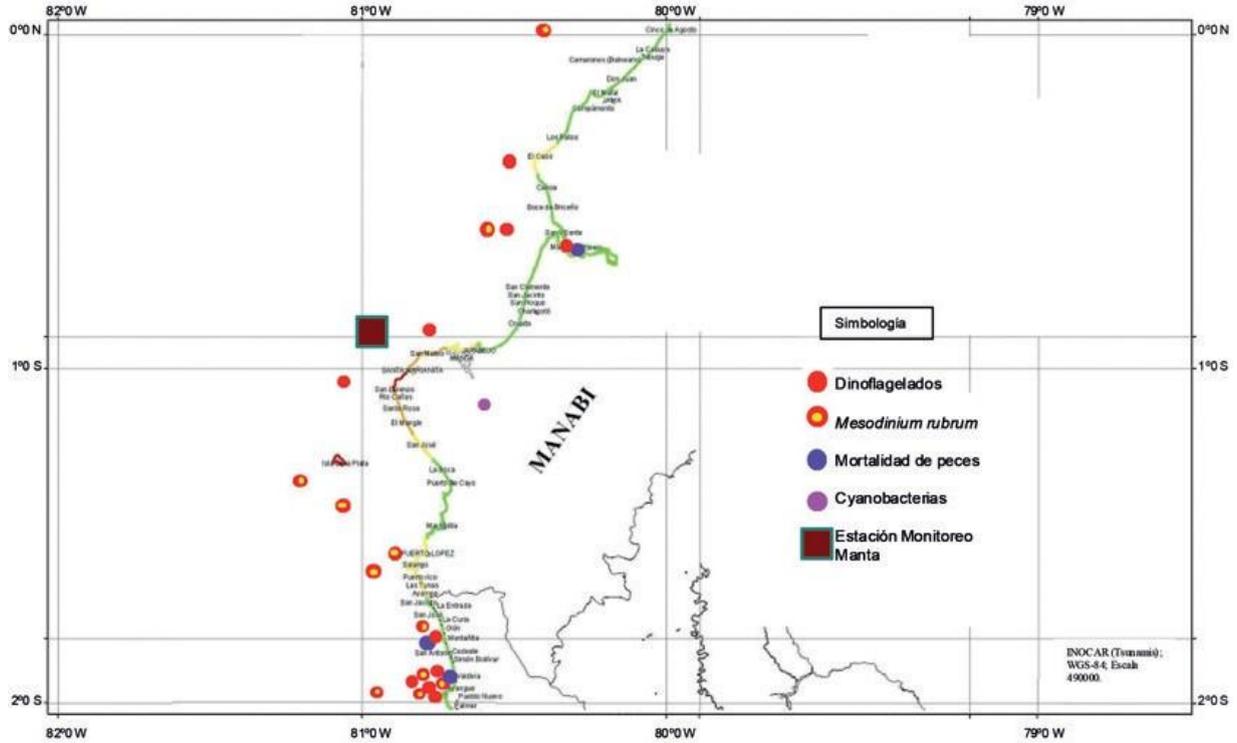


Figura 5: Registros de mareas rojas y mortalidad de peces (1968-2009) en la costa central del Ecuador.

nada 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.

La mayor ocurrencia de mareas rojas (80 %) y mortalidad de peces (77 %) fueron registrados en el Golfo de Guayaquil (Fig. 6). 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 % (Fig. 6). *M.rubrum* fue la especie de mayor ocurrencia y distribución, seguida por algunas especies de dinoflagelados; mientras que el grupo de diatomeas, rafidofites y cianobacterias fueron escasos y puntuales. Estos resultados han confirmado que el Golfo, 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 en el agua.

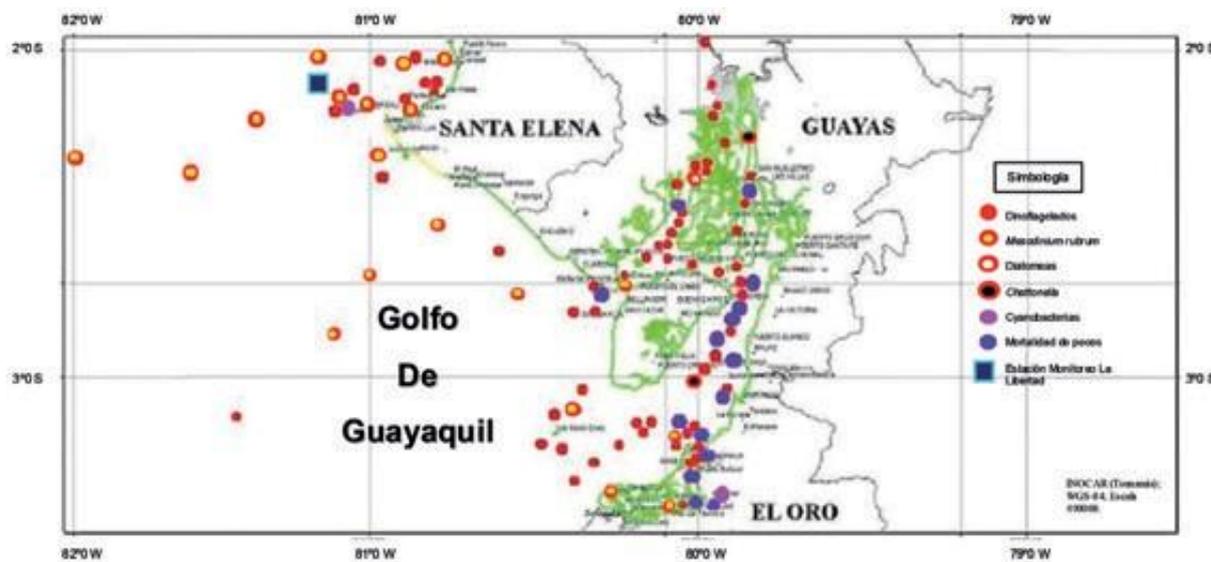


Figura 6: Registros de mareas rojas y mortalidad de organismos (1968-2009) en el Golfo de Guayaquil.

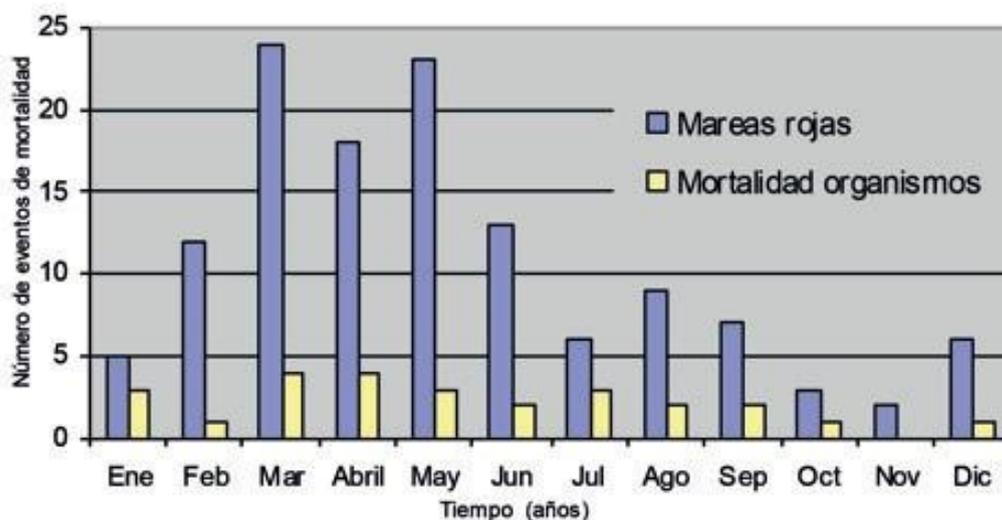


Figura 7: Registro mensual de eventos de marea roja y mortalidad de organismos (1968-2009).

¿Durante el periodo de este estudio correspondió a un total de 42 años, solo 32 años registraron eventos de mareas rojas y 10 años no se obtuvieron evidencias o no ocurrieron? Durante este periodo se han identificado que en los eventos El Niño 1981-82, 1991-92, 1997-98 y La Niña del 1996 y 2000, se relacionaron con la presencia de mareas rojas.

Los años 1985, 2001 y 2003 presentaron la mayor ocurrencia de las mareas rojas y cada año registró diferencias tanto para la época estacional y en el área de ocurrencia, posiblemente sea en respuesta a condiciones oceanográficas costeras locales. En 1985, se registraron en todo el año, con diez eventos en el Estero Salado y uno en Galápagos. En el 2001, tres fueron en la época cálida, seis en mayo (mes transicional) y uno en noviembre; nueve eventos ocurrieron en el área central de la costa y bahía Santa Elena, dos en áreas de estuarios (uno en Esmeraldas y uno en Estero Salado). En el 2003, en su mayor parte fueron en la estación cálida, dos en mayo y uno en octubre, ocurrieron en el Golfo (nueve eventos entre Puná y área costera de El Oro; dos en el Estero Salado). En 1984 y 2006, el mayor reporte correspondió a Santa Elena en parte a la

Provincia de Santa Elena como a la Provincia de Manabí.

En el área central de la costa (Fig. 5), se registró en 12 años del periodo de estudio con un total de 20 eventos y tres registros de mortalidad de peces, siendo el año 2000 en que se registraron el mayor número de marea roja (con tres sucesos en marzo y uno en mayo), posiblemente coincidió con el evento frío de La Niña.

Durante el periodo de estudio de marea roja (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. El taxón con mayor número de especies fueron la clase Dinophyceae con 29 especies de dinoflagelados, seguidos por Cyanophyceae (2 especies), Bacillariophyceae (3 especies), Raphidophyceae (2 especies) y el ciliado *Mesodinium rubrum* (Fig. 8).

La especie que ha causado más eventos fue *M. rubrum* con un total de treinta y tres reportes, seguida por *Gymnodinium sp.* con trece eventos. Con estos

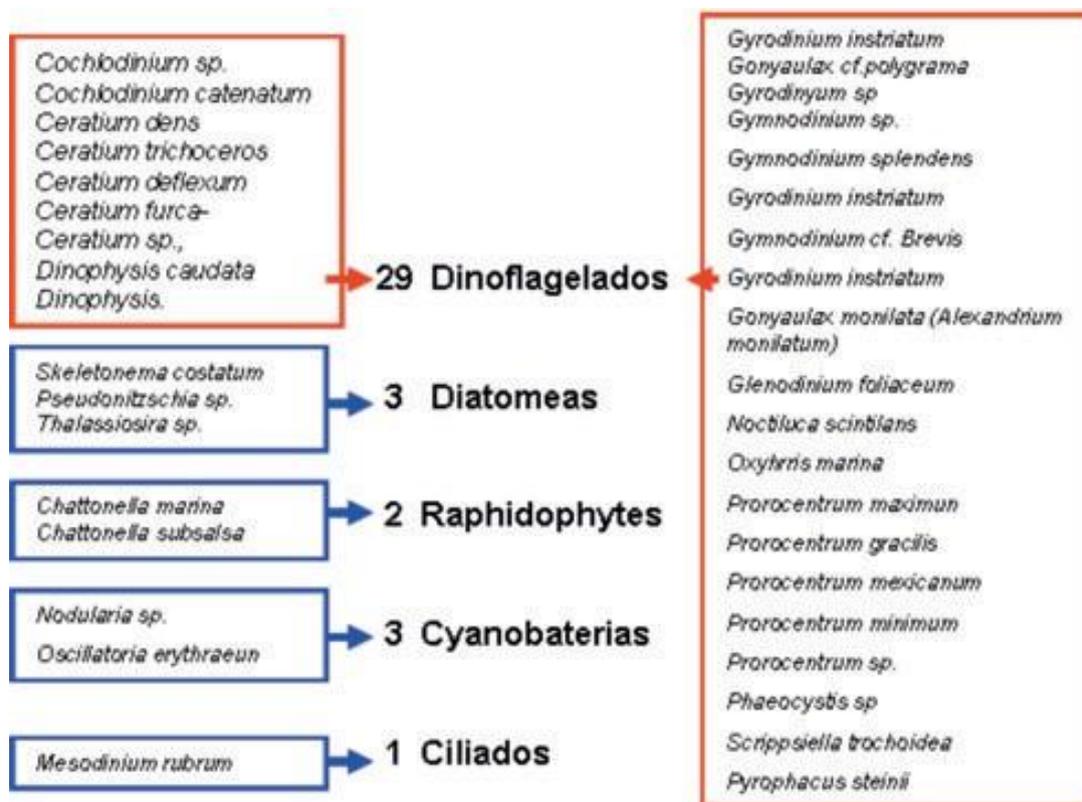


Figura 8: Especies que han causado eventos de mareas rojas en Ecuador (1968-2009).

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 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) y el monitoreo de especies claves del fitoplancton, serían las principales variables ambientales claves en la prevención de blooms y evitar pérdidas económicas.

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 (Fig. 6). Se registraron 29 especies, siendo las de mayor ocurrencia

M. rubrum (15 eventos) y *Gymnodinium* sp. (12 eventos), *N. scintillans* (6 eventos), *Prorocentrum maximum* (6 eventos), *Clochlodinium catenatum* (4), *Gyrodinium* sp., (3), y el resto de especies fue menor a 2 eventos (Fig.8).

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 habitats 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 de preventivas y de control de especies invasoras contenidas en el agua de lastre de buques, cuya efectividad dependerán de la gestión de las diversas autoridades (marítimas, ambientales, municipios, acuicultor pesquero y salud) a fin de brindar seguridad alimentaria frente al cambio climático (Twilley et al, 1999)

No existe un método científico de predecir la aparición de estas mareas. El adelanto tecnológico (mapeos de clorofila), el continuo monitoreo del fitoplancton y de las variables ambientales, así como el estado pasado de ocurrencias (retrospectivo) actuales y futuras (prospectivo) en los ecosistemas marinos y estuarios, fueron las principales estrategias preventivas con enfoque de pronosticarlas, información que necesita disponer de mecanismos gubernamentales de proyectos de observación permanente (Investigación+Operatividad) dependientes de la necesidad de los usuarios, que permitan detectar y predecir con rapidez los fenómenos costeros a fin de reducir los impactos económicos.

Conclusiones

Durante el periodo retrospectivo entre 1968 hasta el 2009, se evidenciaron 131 eventos de mareas rojas. Los años de mayor ocurrencia fueron en 1985, 2001 y 2003, posiblemente sea en respuesta a condiciones oceanográficas costeras locales y no necesariamente coincidieron con los eventos El Niño o La Niña.

El área geográfica de mayor vulnerabilidad a la ocurrencia de marea roja y mortalidad de organismos se localizó en el Golfo de Guayaquil (principalmente en los canales internos del Estero Salado y Río Guayas y frente al borde costero de la provincia de El Oro), lo cual sustenta la hipótesis de “mayor ocurrencia en áreas de mayor uso antrópico”, la misma que es coincidente con el área más productiva del sector camaronero, sectores con mayor población y uso agrícola. En las costas de Manabí, Esmeraldas y en Galápagos su incidencia fue menor, lo que se relacionaría con la dinámica oceanográfica del Frente Ecuatorial y afloramientos, circunstancias locales que escasamente favorecen la formación de estos eventos y que sean de corta duración.

Se registraron treinta y siete especies causantes de mareas rojas, siendo la clase Dinophyceae que presentó mayor número de especies de dinoflagelados, mientras que las Cyanophyceae, Bacillariophyceae y Raphidophyceae registraron el menor número de especies. Las Dinophyceae registraron 28 especies de dinoflagelados, seguidos por Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Raphidophyceae y el ciliado *Mesodinium rubrum* el de mayor ocurrencia en el Golfo de Guayaquil. Se relaciona con un gran número de especies que forman “blooms” nocivos y en su mayor parte son cosmopolitas y formadoras de quistes en su ciclo de vida.

Se reportaron 26 mareas rojas relacionadas con la mortalidad de organismos (principalmente peces, seguido de crustáceos) en catorce años del periodo del estudio, en su mayor parte ocurrieron en el Golfo de Guayaquil. Eventos que no han tenido una explicación científica, ni seguimiento por las autoridades ambientales y pesqueras en investigar cual fue la causa, los que han sido denunciados por los pescadores de algunos sectores de la Provincia de El Oro desde casi tres décadas.

En marzo, abril y mayo, fueron los meses de mayor ocurrencia de marea roja y mayor densidad algal, que correspondieron a los meses más cálidos y lluviosos, mientras que en mayo es un mes transicional hacia el verano y en los otros meses fueron poco frecuentes. Esta tendencia mensual de

ocurrencia permitirá establecer una planificación de un Sistema de Alerta Temprana en los futuros monitoreos de calidad de agua de los ecosistemas costeros y ser integrados con el monitoreo del sector camaronero, quienes realizan conteos y taxonomía de fitoplancton diariamente y difundir su ocurrencia de forma inmediata en el foro de la Sociedad Latinoamericana de Acuicultura (SLA).

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 habitats 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 de preventivas y de control de especies invasoras contenidas en el agua de lastre de buques, cuya efectividad dependerán de la gestión de las diversas autoridades (marítimas, ambientales, municipios, acuicultor pesquero y salud) a fin de brindar seguridad alimentaria.

Las condiciones oceanográficas en la zona costera del mar ecuatoriano, han permitido escasos eventos de mareas rojas de corta duración, lo cual puede ser aprovechado para implementar la maricultura según su tendencia futura global (Olsen, 2011), pero con un buen manejo de los nutrientes (Tsukamoto, 2002) y el monitoreo de especies claves del fitoplancton (Torres, 2012), serían las principales variables ambientales claves en la prevención de blooms y evitar pérdidas económicas.

Bibliografía

- Anderson D., A. Cembella and G. Hallegraeff, 1998. Physiological Ecology of Harmful Algal "blooms". NATO ASI Series G: Ecological Sciences, 41: 1-662.
- 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 Algales 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., Macías P., Calderón G., y J. Lindao. 2009. Calidad de agua frente a Bajo Alto (Canal de Jambelí), durante junio 2009. Informe INP. 11 pp.
- 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": 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 N° 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 instriatum* "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.

- Ochoa E., Olsen S., y L. Arriaga, 2000. Macrozonificación de la zona costera Continental: Propuesta para el ordenamiento y desarrollo de la costa ecuatoriana. Programa de Manejo de Recursos Costeros.
- 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 Algales Nocivas en el Cono Sur Americano*, Sar E., M. Ferrario y B. Reguera (eds). Instituto Español de Oceanografía.
- Sournia A. 1978. *Phytoplankton manual. Monographs on 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 (a). "bloom" de *Noctiluca scintillans* y *Ceratium dens* en el Golfo de Guayaquil (2004). Informe científico. *Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR, Ecuador)*, 14 (1): 125-130.
- Torres G. y C. Palacios 2007 (b). Calidad Ambiental del "bloom" algal en el área urbana del Estero Salado (Ciudad de Guayaquil) en junio 2005. *Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR, Ecuador)*, 14(1): 115-124.
- 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 Vervollkommnung der Quantitativen phytoplankton methodik *Mitt Inter. Ver. Limnol.* 9:1-38.