

## Presencia de mareas rojas en la bahía de Bacochibampo, Guaymas, Sonora, México\*

Fernando A. Manrique<sup>1</sup> y Raúl E. Molina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Marinas. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas. Apdo. Postal 484, Guaymas, Sonora, México 85400

<sup>2</sup>Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas. Calle 20, No. 605 Sur, Guaymas, Sonora, México 85440

Manrique, F. A. y R. E. Molina, 1997. Presencia de mareas rojas en la Bahía de Bacochibampo, Guaymas, Sonora, México. *Hidrobiológica* 7: 81-84.

**Resumen.** Se analiza la presencia de mareas rojas en la Bahía de Bacochibampo (Guaymas, Sonora) durante 25 años. En ese período se han registrado 43 casos de marea roja causada por las especies: *Noctiluca scintillans*, *Gymnodinium catenatum*, *Gonyaulax* sp. (cf. *G. polyedra*) y *Mesodinium rubrum*. Los meses de mayor frecuencia de este fenómeno fueron noviembre, diciembre y enero, los cuales coinciden con la época de las surgencias que son causadas por los vientos del noroeste en esta región. Los fenómenos de marea roja guardan una relación inversa con los eventos de "El Niño".

**Palabras clave:** Marea roja, dinoflagelados, El Niño, Bahía de Bacochibampo, surgencias, México.

Las mareas rojas son fenómenos comunes en el Golfo de California (Hernández-Becerrill, 1987a; Manrique, 1987; Cortés-Altamirano y Núñez-Pastén, 1992; Cortés-Altamirano *et al.*, 1995a y b; su desarrollo está estrechamente asociado a los procesos de surgencia de aguas profundas que se presentan en la costa oriental del golfo durante el invierno y en la costa occidental en el verano, provocados por vientos del noroeste y del sureste, respectivamente (Roden, 1964).

Desde mediados del siglo 16, los españoles, al explorar el Golfo de California, empezaron a denominarlo "Mar Bermejo" debido a la observación frecuente de manchas de coloración rojiza. La primera marea roja reportada en la literatura para el Golfo de California fue causada por *Noctiluca scintillans* frente a Mulegé, Baja California Sur (Streets, 1878). Desde 1943 se reportaron mareas rojas tóxicas causadas por *Gymnodinium catenatum* frente a Bahía Kino, Sonora (Osorio-Tafall, 1943); más recientemente este mismo organismo ha sido en varias ocasiones la causa de la toxicidad por envenenamiento paralítico (PSP) en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (Mee *et al.*, 1986; Cortés-Altamirano y Núñez-Pastén, 1991).

Las mareas rojas en el Golfo de California han sido causadas principalmente por dinoflagelados, y aunque se han encontrado 167 especies dentro del golfo (Hernández-Becerrill, 1987b; 1988), únicamente nueve de ellos han sido reportados como responsables de fenómenos de marea roja (Cortés-Altamirano *et al.*, 1995a).

El objetivo de este trabajo es analizar los fenómenos de marea roja que se han presentado en la Bahía de Bacochibampo durante 25 años, las especies que los han causado y algunas de las variables ambientales involucradas.

Los datos utilizados para este trabajo se basan en observaciones de fenómenos de mareas rojas, vistos desde un punto elevado en la Bahía de Bacochibampo, Sonora, así como de muestras de plancton colectadas con botellas durante cada día de duración del fenómeno, en las zonas de mayor densidad del mismo. Estos datos provienen de una serie histórica elaborada durante 25 años (1970-1994).

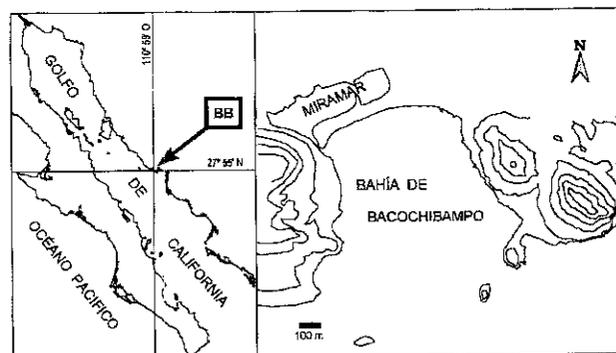


Figura 1. Localización de la Bahía de Bacochibampo (BB), Guaymas, Sonora, en la costa oriental del Golfo de California.

\*Este trabajo fue presentado en la I Reunión Internacional de Planctología y VIII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, celebrada en Pátzcuaro, Michoacán, del 23 al 26 de abril de 1996.

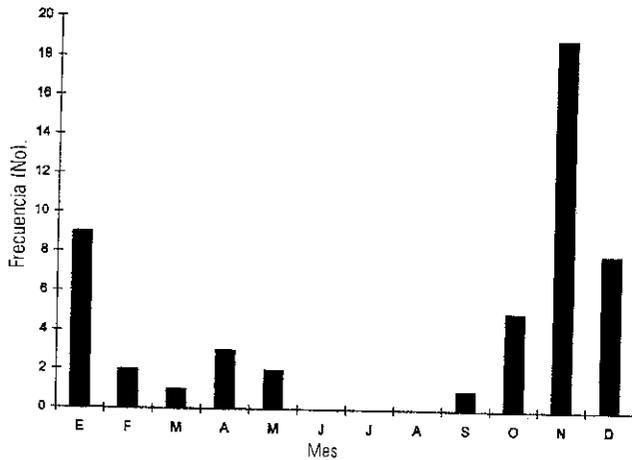


Figura 2. Frecuencia de mareas rojas por mes en la Bahía de Bacoichibampo (1970-1994).

La Bahía de Bacoichibampo, Sonora (Fig. 1), es un ecosistema que consiste de un pequeño cuerpo de agua, de aproximadamente 1,110 ha, que está comunicado abiertamente con el Golfo de California y que no presenta ningún tipo de aportes, tales como ríos o aguas negras. El clima de esta región es de tipo BW (h' hw (e') según García (1988) y corresponde a la región hidrológica 9 (Contreras, 1985).

Las muestras se tomaron durante el fenómeno directamente de la superficie en la parte más densa de la mancha; se fijaron con una solución de acetato-lugol y se analizaron en el laboratorio utilizando un microscopio compuesto Wild-Heerbrugg.

Los datos de medición del viento fueron proporcionados por la estación metereológica de la SARH en la ciudad de Empalme, Sonora.

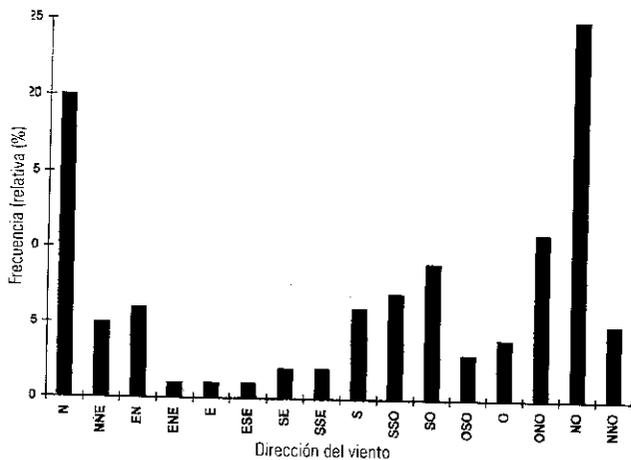


Figura 3. Frecuencia de la dirección del viento en la Bahía de Bacoichibampo (1970-1994).

Los eventos de El Niño se identificaron a partir de los datos del nivel medio del mar que proporciona el Servicio Mareográfico Nacional. La intensidad de dichos eventos se calificó con la siguiente escala empírica: (0) ausente, (1) débil, (2) moderado, (3) moderado-fuerte, (4) fuerte, (5) muy fuerte; esta escala de 0 a 5 es convencional, ya que la intensidad de El Niño es cualitativa.

Durante el período de estudio de 25 años (1970-1994) se han presentado en la Bahía de Bacoichibampo 43 casos de marea roja causados por tres especies de dinoflagelados: *Noctiluca scintillans*, *Gymnodinium catenatum* y *Gonyaulax* sp. cf. *G. polyedra* y una especie de protozoario ciliado, *Mesodinium rubrum*.

De acuerdo con la información disponible y las observaciones realizadas, en ningún caso la marea roja ha sido tóxica, ya que no ha habido mortalidades de organismos ni reportes de intoxicación en humanos.

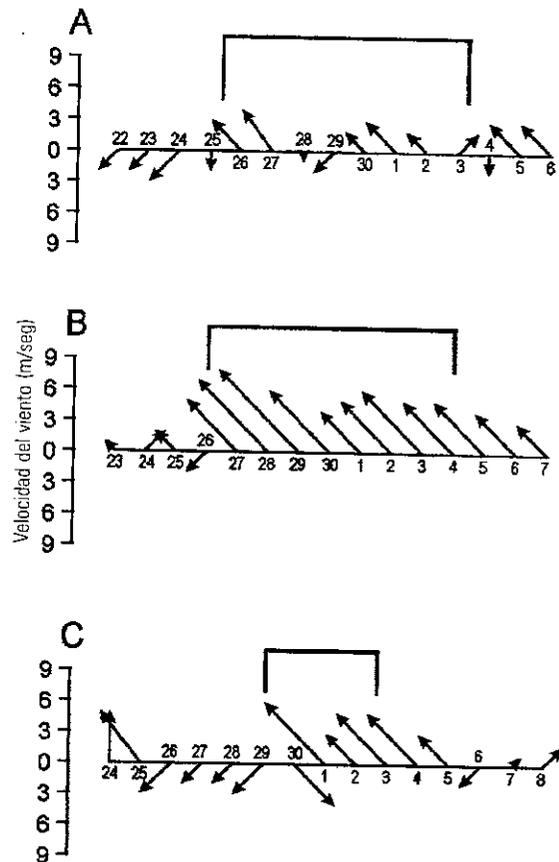


Figura 4. Relación de la marea roja con el viento en la Bahía de Bacoichibampo durante tres períodos invernales: A) del 22 de Nov. al 6 de Dic. de 1987., B) del 23 de Nov. al 7 de Dic. de 1990, C) del 24 de Nov. al 8 de Dic. de 1991. Los intervalos superiores indican la presencia de las mareas rojas.

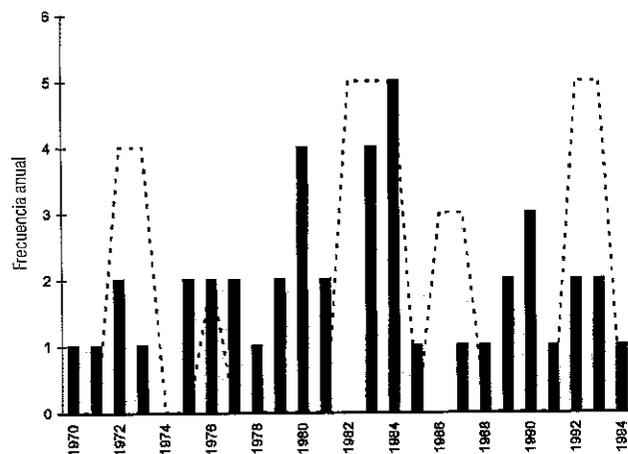


Figura 5. Relación de la marea roja (barras) con el evento El Niño (línea punteada) en la Bahía de Bacochibampo durante 25 años (1970-1994).

El mayor número anual de mareas rojas durante el período de estudio fue de cinco en 1984. El 56% de las mareas rojas fueron efímeras (de uno a dos días), aunque en algunas ocasiones permanecieron hasta por 30 días.

Las mareas rojas se han presentado en la Bahía de Bacochibampo casi en todos los meses del año, con excepción del verano (junio, julio y agosto) y han sido más frecuentes durante los meses de noviembre, diciembre y enero (Fig. 2).

La presencia de mareas rojas está estrechamente relacionada con los procesos de surgencia que, a su vez, son causados en esta región por los vientos del noroeste que predominan durante el invierno (Figs. 3 y 4) y que dan lugar a condiciones de alta fertilidad, con concentraciones elevadas de nutrientes en la zona fótica, que es donde se manifiesta el fenómeno.

Los casos observados de marea roja se encuentran en la etapa de "concentración", de acuerdo al desarrollo dinámico propuesto por Steidinger (1983), pero son iniciadas por surgencias, como se ha reportado en diferentes trabajos (Mee *et al.*, 1984, 1985, 1986; Cortés-Altamirano, 1988).

La relación entre la marea roja y el evento El Niño es inversa en la mayoría de los casos, con algunas excepciones, como en los años 1976 y 1984 (Fig. 5).

Aunque en la gran mayoría de los casos las mareas rojas sólo ocupan algunos miles de metros cuadrados, en algunos años (1977, 1985) han ocupado toda la superficie de la Bahía de Bacochibampo.

Se concluye que la marea roja es un fenómeno común y frecuente en la Bahía de Bacochibampo. Su aparición está relacionada con los vientos del noroeste que soplan normalmente durante el invierno. Durante 25 años la marea roja ha sido causada por tres especies de dinoflagelados y un protozooario ciliado, pero en ningún caso ha sido tóxica.

**Abstract.** The occurrence of red tides on Bacochibampo Bay (Guaymas, Sonora) was analyzed for a 25-year time-series. In these period 43 cases of red tides were registered involving the species: *Noctiluca scintillans*, *Gymnodinium catenatum*, *Gonyaulax* sp. (cf. *G. polyedra*), and *Mesodinium rubrum*. The months of higher frequency of occurrence were November, December, and January, which coincide with northwest winds in this region. Red tide phenomena were inversely related to the "El Niño Southern Oscillation" (ENSO) events.

**Key words:** Red tide, dinoflagellates, ENSO, Bacochibampo Bay, upwellings, México.

#### LITERATURA CITADA

- CONTRERAS, F., 1985. *Las Lagunas Costeras Mexicanas*. Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca, México, D.F., 263 p.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R., 1988. Abundancia de *Oscillatoria erythraea* (cianobacteria planctónica marina) en el litoral de Mazatlán, Sin., México. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 30:169-179.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R. y A. NÚÑEZ-PASTÉN, 1991. Registros de mareas rojas en la Bahía de Mazatlán, Sin., México (1985-1990). *Revista de Investigación Científica* 2:44-55.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R. y A. NÚÑEZ-PASTÉN, 1992. Doce años (1979-1990) de registros de mareas rojas en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México* 19:113-121.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R., D. U. HERNÁNDEZ-BECERRIL y R. LUNA-SORIA, 1995a. Mareas rojas en México: Una revisión. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 37:343-352.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R., F. A. MANRIQUE y R. LUNA-SORIA, 1995b. Presencia de mareas rojas en la costa este del Golfo de California. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 37:337-342.
- GARCÍA, E., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. *Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México*, D.F. 219 p.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL, D. U., 1987a. Un caso de marea roja en el Golfo de California. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 29:171-174.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL, D. U., 1987b. A checklist of planktonic diatoms and dinoflagellates from the Gulf of California. *Nova Hedwigia* 45:237-261.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL, D. U., 1988. Planktonic dinoflagellates (except *Ceratium* and *Protoperdinium*) from the Gulf of California and off coasts of Baja California. *Botánica Marina* 31:423-425.
- MANRIQUE, F. A., 1987. La marea roja. *Tetla-ni ITESM* 35:25-26.
- MEE, L. D., M. ESPINOZA y G. DÍAZ, 1986. Paralytic shellfish poisoning with *Gymnodinium catenatum* red tide on the Pacific coast of Mexico. *Marine Environmental Research* 19:77-92.

- MEE, L. D., R. RAMÍREZ-FLORES, F. FLORES-VERDUGO y F. GONZÁLEZ-FARIAS, 1985. Coastal upwelling and fertility of the southern Gulf of California: Impact of the 1982-83 ENSO Event. *Tropical Ocean-Atmosphere Newsletters* 31:9-10.
- MEE, L. D., R. CORTÉS-ALTAMIRANO y L. GARCÍA DE LA PARRA, 1984. Di-nitrogen fixation in a eutrophic tropical bay. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 19:477-438.
- OSORIO-TAFALL, B. F., 1943. El Mar de Cortés y la productividad fitoplanctónica de sus aguas. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México* 3:73-118.
- RODEN, G. I., 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. pp. 30-58. En: T. H. VAN ANDEL y G. G. SHOR JR. (Comps.) *Marine Geology of the Gulf of California - A symposium, American Association Petrology and Geology, Tulsa, Memoirs*.
- STEINDINGER, K. A., 1983. A re-valuation of toxic dinoflagellate biology and ecology. En: F. E. ROUND y D. CHAPMAN (Comps.). *Progress in Physiological Research*. No. 2, Elsevier Science, New York, 576 p.
- STREETS, T. H., 1878. The discolored waters of the Gulf of California. *American Naturalist* 12:85-90.

Recibido: 30 de abril de 1996.

Aceptado: 22 de octubre de 1997.

## Nota sobre un florecimiento de *Stephanopyxis palmeriana* (Greville) Grunow (Bacillariophyceae) en la bahía Kun kaak, Golfo de California\*

Raúl E. Molina<sup>2</sup>, Fernando A. Manrique<sup>1</sup> y Jacqueline García<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Guaymas, Sonora, México 85440.

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Marinas. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas Apdo. Postal 484, México 85400.

<sup>3</sup>Environmental Research laboratory. University of Arizona. 2601 E. Airport Drive. Tucson, AZ. 85706 USA

Molina, R. E., A. Manrique y J. García, 1997. Nota sobre un florecimiento de *Stephanopyxis palmeriana* (Greville) Grunow (Bacillariophyceae) en la bahía Kun kaak, Golfo de California. *Hidrobiológica* 7: 84-86.

**Resumen.** El examen de una muestra de fitoplancton del Golfo de California mostró una alta densidad de la especie *Stephanopyxis palmeriana*, una diatomea plánctica tropical relativamente común en esta zona. Las cuentas de abundancia de la composición específica mostraron una alta dominancia de la especie, con  $13.474 \times 10^6 \text{ ind}^{-1}$ , representando el 92.47% de todos los taxa de fitoplancton presentes en la muestra. Estas observaciones, aunadas a la composición biológica de la comunidad, indican que una intensa mezcla de la columna de agua permitió el florecimiento de la especie.

**Palabras clave:** *Stephanopyxis palmeriana*, fitoplancton, florecimiento, Golfo de California.

El género *Stephanopyxis* (Bacillariophyceae) posee tres especies registradas para el Pacífico oriental tropical: *S. palmeriana* (Greville) Grunow, *S. turris* (Greville y Arnott) y *S. nipponica* (Gran y Yendo). Las tres especies se han registrado dentro del Golfo de California (Gilbert y Allen, 1943; Round, 1967; Hernández-Becerril, 1987a).

*S. palmeriana* es una diatomea plánctica tropical poco conocida (Round *et al.*, 1990); no se sabe cual es su ámbito

de distribución, aunque sólo ha sido encontrada en aguas neríticas tropicales y subtropicales cercanas a la costa (Hernández-Becerril, 1987a; Garáte-Lizárraga *et al.*, 1990).

En el Golfo de California, los primeros registros de *S. palmeriana* provienen de los estudios de Gilbert y Allen (1943); posteriormente, Round (1967) reportó florecimientos de esta especie cerca de Guaymas. No obstante, en estudios relativamente recientes los registros de esta especie se han caracterizado por ser raros y esporádicos (Santoyo, 1974; Cortés-Altamirano y Pastén-Miranda, 1982 a y b; González-López y Siqueiros-Beltrones, 1990).

El 18 de enero de 1994, se obtuvo una muestra de fitoplancton en la porción sur de la bahía Kun kaak, en el Golfo de California  $28^{\circ} 52.024' \text{ N}$ ,  $112^{\circ} 04.404' \text{ W}$ ; Fig. 1).

La muestra se colectó a 3.7 km de la orilla mediante un arrastre vertical de 21.6 m a la superficie, en una profundidad total de 36 m. Para la colecta se utilizó una red cónica de 80  $\mu\text{m}$  de abertura de malla, con diámetro y longitud de 0.3 y 1.0 m, respectivamente. La red fue

\*Este trabajo fue presentado en la I Reunión Internacional de Planctología y VIII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, celebrada en Pátzcuaro, Michoacán, del 23 al 26 de abril de 1996.