

## Marea roja producida por el dinoflagelado *Peridinium quinquecorne* en Veracruz, México (oct-nov, 2002): morfología del agente causal.

## Red tide produced by the dinoflagellate *Peridinium quinquecorne* in Veracruz, México (oct-nov. 2002): morphology of the causative agent.

<sup>1</sup>Sofía A. Barón-Campis, <sup>2</sup>David U. Hernández-Becerril,  
<sup>1</sup>Norma. O. Juárez-Ruíz y <sup>1</sup>Casimiro Ramírez-Camarena.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de la Pesca, Pitágoras 1320, CP 03310 México, D. F. E. mail: salba\_cam@yahoo.com.mx.  
<sup>2</sup> Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. A. P. 70-305, CP 04510 México, D.F.

---

Barón-Campis S. A., D. U. Hernández-Becerril, N. O. Juárez-Ruíz, y C. Ramírez-Camarena. 2005. Marea roja producida por el dinoflagelado *Peridinium quinquecorne* en Veracruz, México (oct-nov, 2002): morfología del agente causal. *Hidrobiológica* 15(1): 73-78.

### RESUMEN

A finales de octubre se observó una marea roja en la costa del Puerto de Veracruz. Se colectaron muestras superficiales de agua que se fijaron con acetato-lugol. Doce días después se efectuó un segundo muestreo en cuatro estaciones, además se midieron temperatura, oxígeno y salinidad. Las especies se identificaron con microscopio de luz, y se cuantificaron en microscopio invertido con el método Utermöhl, y en microscopio electrónico de barrido se confirmó la identidad del dinoflagelado tecado *Peridinium quinquecorne* Abé 1927, el cual mostró una alta variación morfológica, principalmente en forma y tamaño. La especie alcanzó una densidad de  $2.5 \times 10^6$  cels l<sup>-1</sup>. En el segundo muestreo las concentraciones de *P. quinquecorne* descendieron hasta 4 975 cels l<sup>-1</sup>, otras especies ocurrieron en menores densidades, como fueron *Dinophysis caudata* y *Pseudonitzschia* spp; los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto fueron: 26.3°C, 34 ups y 6.5 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente; se registraron vientos fuertes y cielo nublado. No hubo mortandad de peces, olores o irritación. Este es el primer registro de marea roja causada por *P. quinquecorne* en Veracruz donde, similar a otras partes del mundo, no fue nocivo.

**Palabras clave:** Dinoflagelados, fitoplancton, mareas rojas, peridinales, *Peridinium quinquecorne*.

### ABSTRACT

In late October, 2002, a red tide was observed along the shore of the Port of Veracruz. Water samples were collected with bottle and fixed with lugol's solution. Twelve days later a second set of samples was collected. In addition water temperature, dissolved oxygen and salinity measurements were taken from four stations. Species were identified with a Light microscope, and cells were counted using an inverted microscope, following the Utermöhl method. The species responsible, the armored dinoflagellate *Peridinium quinquecorne* Abé 1927, was studied in detail with scanning electron microscope, which showed a high morphological variation, mainly in both shape and size of the cell. The highest cell density reached to  $2.5 \times 10^6$  cells l<sup>-1</sup>. The second samples set showed a notable decrease in the cell density of *P. quinquecorne*, which dropped to 4 975 cells l<sup>-1</sup>; other species occurring with lower densities were *Dinophysis caudata* and *Pseudonitzschia* spp., and surface temperature, salinity and dissolved oxygen were 26.3° C, 34 psu and 6.5 mg·l<sup>-1</sup>, respectively. Strong

winds and cloudy sky were also recorded. No fish killings, odors or irritation were reported. This is the first report of a red tide caused by *P. quinquecorne* in Veracruz. As in other parts of the world no harmful effects were observed.

**Key words:** Dinoflagellates, Phytoplankton, Red tides, Peridinales, *Peridinium quinquecorne*.

## INTRODUCCIÓN

El Golfo de México es una región geográfica donde los florecimientos algales nocivos (FAN's) son comunes y últimamente han incrementado su frecuencia. Los primeros registros disponibles de FAN's en las costas mexicanas corresponden al estado de Veracruz, donde las mortandades masivas de peces y molestias en vías respiratorias humanas por brisa marina siempre han estado asociados a estos eventos conocidos también como mareas rojas. En las costas de este estado desde 1853 hasta 1871 se registraron algunas mortandades de peces (Núñez, 1879), después de esta época no existen registros, no se sabe si fue debido a que dejaron de presentarse otras mortandades o porque ocurrieron y no se registraron oficialmente. Sin embargo, a mediados del siglo XX volvieron a registrarse mortandades de peces relacionadas con la presencia de FAN's (Davis, 1948; Ramírez-Granados, 1963), después nuevamente transcurrió otro periodo sin registros hasta que a partir de 1995 comenzaron a presentarse con frecuencia los FAN's en esta región litoral (Cortés-Altamirano *et al.*, 1995). Actualmente se conoce que en estas latitudes *Karenia brevis* (Davis) Hansen et Moestrup, dinoflagelado productor de brevetoxinas, es la especie responsable de ocasionar efectos tóxicos sobre la vida marina y la salud humana (Steidinger, 1983; Faust & Gualledge, 2002). Por los impactos de estos eventos sobre el ambiente marino, las pesquerías, la economía local y la salud humana, la institución estatal de Salud estableció un programa de monitoreo rutinario de fitoplancton (Cervantes-Cianca *et al.*, 2002; <http://www.ssaver.gob.mx/>) Es por lo anterior que cuando se presentó un florecimiento algal frente al Puerto de Veracruz a finales de octubre del 2002, se procedió inmediatamente a estudiarlo e identificar a su agente causal mediante el análisis de algunos detalles morfológicos.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra entre las coordenadas de 95° 59' 00" y 96° 10' 30" O, y 19° 00' 00" y 19° 14' 30" N, que comprende desde Punta Gorda hasta Antón Lizardo, la Laguna de Mandinga y el Sistema Arrecifal Veracruzano (Fig. 1) Las principales poblaciones de esta área son las ciudades del Puerto de Veracruz y Boca del Río (Vargas-Hernández *et al.*, 1993).

## METODOLOGÍA

Se inspeccionó el área afectada por la proliferación algal el 26 de octubre de 2002 y se recolectó una muestra superficial de fitoplancton directamente sobre la mancha frente al Acuario de Veracruz a aproximadamente 200 m de la costa, fijándose con solución ácida de acetato de lugol (Thronsen, 1978)

Se realizó un segundo muestreo de fitoplancton los días 7 y 8 de noviembre en las estaciones: Acuario de Veracruz, Antón Lizardo, Conchal y Mandinga, las dos últimas ubicadas en el interior de la laguna Mandinga (Fig. 1), además se midieron *in situ* las variables oxígeno disuelto, temperatura y salinidad del agua con un analizador de campo YSI modelo 85. Se determinó la composición fitoplanctónica con un microscopio de luz con incrementos de 40X y 100X, equipado con un sistema óptico de contraste de fases y campo claro, y cámara fotográfica Axiophot Zeiss, y comparando con literatura especializada (Hasle & Syvertsen, 1997; Faust & Gualledge, 2002; Steidinger & Tangen, 1997). Para identificar al agente causal de la marea roja se midieron 25 células con el programa digital Zeiss KS400: la longitud comprendiendo del extremo apical al antapical, la longitud de las espinas por separado, y el transdiámetro sin considerar las crestas. Se cuantificaron las especies en un microscopio invertido con el método de Utermöhl (Hasle, 1978) Para confirmar la identificación de la especie más abundante se observaron detalles

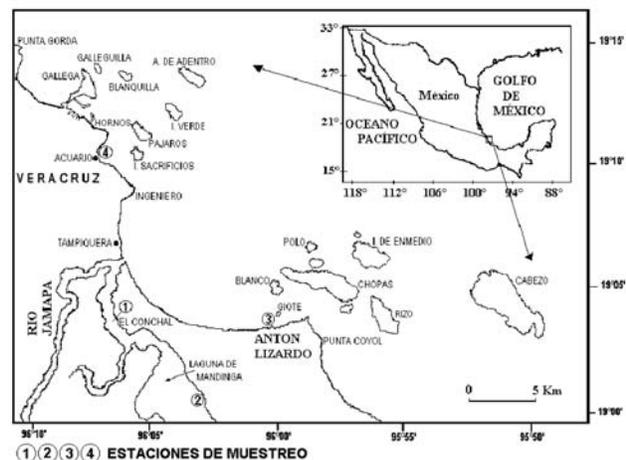


Fig. 1.- Área de estudio: 1) El Conchal; 2) Mandinga; 3) Antón Lizardo; 4) Acuario

de su morfología externa con un microscopio electrónico de barrido JEOL JSM S410 LV.

## RESULTADOS

En el primer recorrido de inspección la marea roja tenía una extensión aproximada de 300 x 400 metros en la zona costera a la altura del Acuario de Veracruz, en dirección a Isla de los Sacrificios. No se observaron daños visibles al ambiente marino ni a los recursos pesqueros, tampoco se detectaron olores irritantes por la brisa marina, ni se registró ninguna intoxicación humana por consumo de moluscos bivalvos, efectos característicos producidos por los florecimientos de *Karenia brevis*.

Los resultados de la composición y abundancia de ambos muestreos se exponen en la tabla 1 y las características fisicoquímicas y ambientales del segundo muestreo en la tabla 2 donde se observa una salinidad característica de aguas marinas. Del 5 al 7 de noviembre se presentó un "norte" con vientos hasta de 60 km/h, originando un cielo nublado y un incremento en el oleaje. A los quince días de haberse iniciado este florecimiento algal la coloración del parche era imperceptible.

El análisis del fitoplancton en microscopía de luz indicó que el organismo causal fue el dinoflagelado tecado del orden Peridinales, *Peridinium quinquecorne* Abé 1927 (Abé 1981), cuyas características morfológicas externas fueron: Contorno celular con apariencia hexagonal o poligonal, epiteca cónica con lados desde rectos a ligeramente convexos que conver-

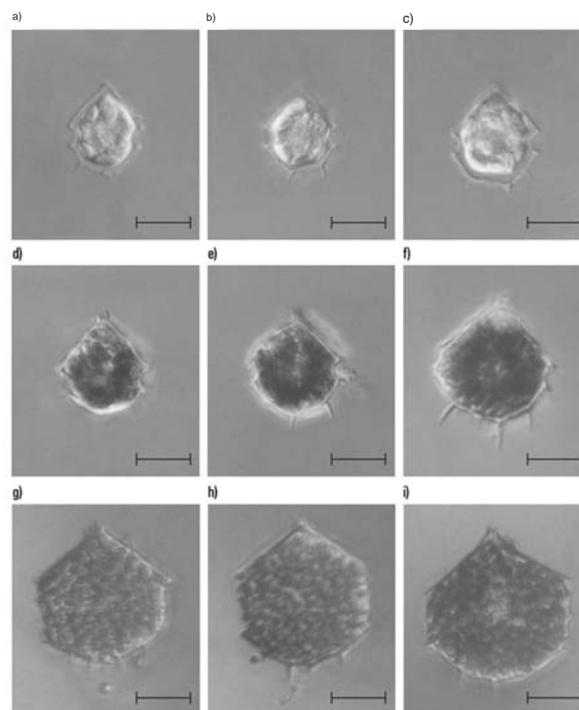


Fig. 2 Variaciones morfológicas de *P. quinquecorne* observadas el 26 de octubre y 8 de noviembre de 2002. (ML): a-f) Contraste de fases, g-i) Campo claro. (Escala=10 µm)

gen en un cuerno apical corto, con un canal ligeramente perceptible rodeado por tres salientes. La hipoteca presentó dos formas: angular o redondeada, donde invariablemente se observó en cada ejemplar la inserción de cuatro espinas antapi-

Tabla 1.- Composición y abundancia de especies (células  $1^{-1}$ ).

ESPECIES	ESTACIONES				
	ACUARIO		CONCHAL	MANDINGA	ANTÓN LIZARDO
	26/10/02	8/11/02	7/11/02	7/11/02	7/11/02
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	-	-	100	-	1 425
<i>Chaetoceros spp.</i>	-	25	50	-	825
<i>Cylindrotheca closterium</i>	-	-	75	-	-
<i>Dinophysis caudata</i>	1 000	-	-	-	-
<i>Guinardia striata</i>	-	-	-	-	50
<i>Gonyaulax spp.</i>	-	800	50	-	-
<i>Lioloma spp.</i>	-	25	-	75	1 425
<i>Navicula spp.</i>	-	175	325	1 200	925
<i>Odontella spp.</i>	-	-	-	-	50
<i>Peridinium quinquecorne</i>	2 506 000	4 975	-	-	-
<i>Pleurosigma spp.</i>	-	-	25	525	75
<i>Pseudonitzschia spp.</i>	8 000	-	125	750	1 950
<i>Rhizosolenia spp.</i>	-	-	200	-	425
<i>Thalassionema spp.</i>	-	-	350	150	200

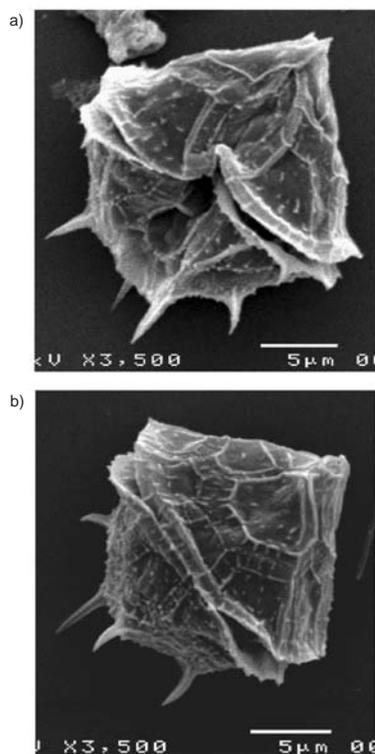


Fig. 3.- Células adultas de *P. quinquecorne* (MEB): a) Vista ventral, b) Vista dorsal.

cales de tamaño variable. El protoplasma celular presentó numerosos corpúsculos semejantes a cloroplastos con una tonalidad que variaba de verde pálido a casi incoloro en las células pequeñas (Fig. 2 a-c); esta pigmentación fue más intensa en las células de mayor tamaño. En las células más grandes las formas eran ovoides o menos angulares que en las pequeñas (Fig. 2 g-i). Las medidas de *P. quinquecorne* estuvieron en el intervalo de 13.5 a 33.9  $\mu\text{m}$  de longitud ( $\bar{x}$ = 24.5  $\mu\text{m}$ ) y de 12.2 a 29.3  $\mu\text{m}$  de transdiámetro ( $\bar{x}$ = 20.3  $\mu\text{m}$ ); y las espinas con una longitud de 1.36 a 6.4  $\mu\text{m}$  ( $\bar{x}$ = 3.8  $\mu\text{m}$ )

Del análisis en microscopía electrónica de barrido se describen los detalles morfológicos más conspicuos de *P. quinquecorne*: La superficie celular mostró pequeñas verrugas y suturas muy marcadas que se observaron más tenues en las formas megacíticas. En el extremo apical se apreciaron con mayor claridad los tres distintivos ápices salientes con-

formando un pequeño cuerno o espina. En vista ventral (Fig. 3 a) los rasgos observados más sobresalientes fueron: tres placas apicales rodeando el poro apical, la placa 1' de forma orto, la 2' y 3'; cingulo ecuatorial medianamente desplazado de tipo descendente, cuyas placas no se apreciaron con claridad por el deterioro de los ejemplares observados; una amplia zona sulcal extendiéndose desde el cingulo hasta cerca de la base antapical. En vista dorsal (Fig 3 b) destacó la presencia de dos placas intercalares, 1a y 2a.

Por las anteriores características, la identificación de la especie se confirmó como *Peridinium quinquecorne* (Abé 1981), cuyas concentraciones en el primer muestreo ascendieron a  $2.5 \times 10^6$  céls  $\text{l}^{-1}$ . Otras especies presentes fueron *Pseudonitzschia* spp. y *Dinophysis caudata*, en concentraciones de 8 000 y 1 000 céls  $\text{l}^{-1}$  respectivamente. En el segundo muestreo, en la estación Acuario, se cuantificó *P. quinquecorne* en concentraciones de 4 970 céls  $\text{l}^{-1}$ , pero no se observó en las estaciones Antón Lizardo, Conchal y Mandinga, donde dominaron especies de diatomeas, todas ellas inocuas y en concentraciones menores a 1 000 céls  $\text{l}^{-1}$ .

## DISCUSIÓN

*Peridinium quinquecorne* fue observado por primera vez con microscopio de luz en muestras de fitoplancton marino en el norte de Japón, describiéndola como una célula con contorno ampliamente variable: Forma poligonal angular en vista ventral en especímenes jóvenes, y más redondeadas o aproximadamente ovoides a medida que las células se tornaban más maduras; un cuerno apical apenas diferenciado e hipoteca hexagonal típicamente con cuatro y en ocasiones tres espinas distribuidas transversalmente e insertadas a lo largo de las placas 1'''' y 2'''' (Abé, 1981). Estudios posteriores en microscopía electrónica de barrido en ejemplares de Sudáfrica permitieron determinar su fórmula tecal: pp, x, 3', 2a, 7'', 5c, 5'''' y 2'''' (Horiguchi & Pienaar, 1991). Sin embargo, a pesar de haberse complementado el conocimiento de la estructura morfológica externa de *P. quinquecorne* con análisis de microscopio de luz y microscopía electrónica de barrido, y posteriormente su ultraestructura con microscopía electrónica de transmisión, taxonómicamente su ubicación genérica

Tabla 2.- Características fisicoquímicas y ambientales durante el segundo muestreo del 7 y 8 de noviembre del 2002.

FECHA	ESTACIÓN	OBSERVACIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA (°C)	OXÍGENO DISUELTO (mg·l <sup>-1</sup> )	SALINIDAD (UPS)
7/11/02	El Conchal	Nublado	24.1	7.2	19.3
7/11/02	Mandinga	Nublado	23.6	7.5	10.1
7/11/02	Antón Lizardo	Nublado	25.5	4.8	33.3
8/11/02	Acuario	Nublado y vientos	26.3	6.5	34

se encuentra aún en discusión (Sournia, 1986; Steidinger & Tangen, 1997).

Las similitudes encontradas del espécimen reportado en este trabajo con las principales descripciones de la especie tipo son: La presencia invariable de cuatro espinas antapicales, el complejo de poro apical, las observaciones de variación morfológica en el tamaño del cuerpo y los detalles de la superficie celular referidas por Abé (1981) y Horiguchi & Pienaar (1991). El arreglo tecal es muy similar al reportado, destacando particularmente la presencia de las dos placas intercalares (1a y 2a). La diferencia fue el tamaño celular, ya que la especie de Abé tiene de largo 28 a 40  $\mu\text{m}$ , y de ancho 23 a 36  $\mu\text{m}$ , y la de Horiguchi & Pienaar presenta dimensiones de 23 a 30  $\mu\text{m}$  de largo y de 20 a 25  $\mu\text{m}$  de ancho, mientras que nuestra especie tiene una longitud de 13.5 a 33.9  $\mu\text{m}$  con una media de 24.5  $\mu\text{m}$ , transdiámetro de 12.2 a 29.3  $\mu\text{m}$  y 20.3  $\mu\text{m}$  en promedio, y espinas con una longitud que varió de 1.36 a 6.4  $\mu\text{m}$ , y una media de 3.8  $\mu\text{m}$ . Es decir, esta especie se observa más pequeña con respecto a las reportadas en Japón y Sudáfrica.

En lo referente al tamaño celular, Abé (1981) observó diferencias morfológicas entre los estadios de madurez, señalando que las células 'jóvenes' tienen cuerpo de forma angular poligonal en vista ventral, mientras que en células presuntamente 'viejas' la base hipotecal es más bien redondeada; también indicó que la longitud de las espinas parece estar inversamente correlacionada al tamaño del cuerpo. Basándose en esta descripción, las células 'jóvenes' del presente estudio serían como las imágenes de la Fig. 2 d-f, y las células 'viejas' o maduras corresponderían a las mostradas en la Fig. 2 g-i; sin embargo, no se obtuvieron antecedentes de comparación para las células similares a las de la Fig. 2 a-c. En el primer muestreo la proporción de células jóvenes fue del 94%, y de células maduras fue del 6%. En el segundo muestreo se observó aproximadamente el 43% de células jóvenes, con 57% de células maduras, coincidiendo con las fases de inicio y terminación de la proliferación de *P. quinquecorne*. A partir de estas observaciones y de acuerdo con las variaciones morfológicas interpretadas como fases de desarrollo celular a lo largo del evento, podría inferirse la evolución de la proliferación algal.

Respecto a las estructuras semejantes a cloroplastos, algunos autores mencionan que el género *Peridinium* no contiene cloroplastos por sí mismo sino que éstos pertenecen a su endosimbionte, que puede ser una crisofita (Horiguchi & Pienaar, 1986; Horiguchi & Pienaar, 1991) o una diatomea (Horiguchi, 2003).

El primer caso registrado de *Peridinium quinquecorne* formando una marea roja en costas mexicanas sucedió en el

Océano Pacífico durante el verano en 1990 en la bahía de Mazatlán, Sinaloa (Cortés-Altamirano, 2002). En el presente estudio la marea roja se desarrolló en otoño. En otras partes del mundo, se han presentado eventos por *P. quinquecorne* en Natal, Sudáfrica, en 1985 (Horiguchi & Pienaar, 1991), en la costa de Florida, Norteamérica, de 1990-1995 (Tomas, 1998) y en Ya-qian, Sur de China en 1997 (Jufang *et al.*, 2000), todos durante primavera.

El evento sucedido en Ya-qian se dispersó al descender la temperatura (Jufang *et al.*, 2000). En esta proliferación probablemente la presencia del "norte" influyó en su decaimiento por la acción de los vientos sobre la superficie del mar, incrementando el oleaje y la turbulencia, los cuales son factores ambientales que intervienen en la fase de terminación de un florecimiento (Steidinger, 1983; Stumpf *et al.*, 1998).

La salinidad fue de 34 ups en el área del Acuario, característica de ambientes marinos; en contraste con las estaciones de Mandinga y el Conchal cuyos valores fueron de 10.1 y 19.3 ups, correspondiente a ambientes estuarinos, donde no se observó esta microalga. Comparando la salinidad de este evento con otras mareas rojas se observó lo siguiente: en Marybago Bay, China del Sur, se registró de 35 a 37 ups (Jufang *et al.*, 2000), y en Sudáfrica, donde fue estudiado en pozas de marea, fue de 43 ups (Horiguchi & Pienaar, 1991) Si bien no se tiene el dato de salinidad en la fase exponencial de esta marea roja, con la información disponible podría inferirse que la especie estudiada también es eurihalina.

Del presente estudio se concluye que la proliferación algal presentada en el Puerto de Veracruz a finales del 2002 fue causada por el dinoflagelado *P. quinquecorne*, organismo con una amplia variación morfológica a lo largo de sus fases de madurez. Este es el segundo caso en que se presenta *P. quinquecorne* formando una marea roja en costas mexicanas y es primer registro en las costas del Estado de Veracruz, constituyendo de acuerdo con las revisiones bibliográficas un dato inédito para el sur del Golfo de México. Se recomienda estudiar la ecología de la especie, principalmente su relación con las variables ambientales, y efectuar estudios morfológicos que ayuden a resolver la discusión prevaleciente sobre su ubicación genérica.

## AGRADECIMIENTOS

A: Nicolás Chantiri, Carlos Freda y Rosario Méndez Quintana, de los Servicios Estatales de Salud del Estado de Veracruz. Jorge Sepúlveda Sánchez, de la Unidad de Microscopía Electrónica del Instituto de Fisiología Celular-UNAM. Centro de Instrumentación Microscópica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Luis V. González Ania y Departamento de Informática, Instituto Nacional de la Pesca. Michel y Suzanne Guerrero.

## REFERENCIAS

- ABÉ, T. H. 1981. Studies on the family Peridiniidae, an unfinished monograph of the armored Dinoflagellata. *Special Publications from the Seto Marine Biological Laboratory* 6:1-409.
- CERVANTES-CIANCA, R. C., J. M. GÓMEZ-BARRÓN, N. CHANTIRI-PÉREZ, R. AZAMAR, R. MÉNDEZ, L. MUÑOZ-CABRERA Y C. RAMÍREZ-CAMARENA. 2002. Marea Roja por *Gymnodinium breve* en la costa de Veracruz, efectos y estrategias de una contingencia. CD de memorias del IX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. Nuevo Vallarta, Nayarit. México.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R. 2002. Mareas Rojas: Biodiversidad de microbios que pintan el mar. En: Cifuentes-Lemus, J. L. y J. Gaxiola-López (eds.). *Atlas de la Biodiversidad de Sinaloa*, México, pp. 29-41.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R., D. U. HERNÁNDEZ-BECERRIL & R. LUNA. 1995. Mareas rojas en México, una revisión. *Revista Latino Americana de Microbiología*. 37: 343-352.
- DAVIS, C. C. 1948. *Gymnodinium brevis* sp., a cause of discolored water and animal mortality in the Gulf of Mexico. *Botanical Gazette* 109: 358-360.
- FAUST A. M. & A. R. GULLEDGE. 2002. *Identifying harmful marine dinoflagellates*. Contributions of the United States National Herbarium, 42:1-144.
- HASLE, G. R. 1978. Using the inverted microscope. In: A. Sournia (ed.) *Phytoplankton manual*. UNESCO. Paris, Francia, p 191-196.
- HASLE, G. R. & E. E. SYVERTSEN. 1997. Marine diatoms. In: C. R. Tomas (ed) *Identifying marine phytoplankton*. Academic Press. United States of America, pp. 387-584.
- HORIGUCHI, T. 2003. Diversity and phylogeny of dinoflagellates with a diatom endosymbiont and molecular phylogenetics of the genus *Protoperidinium*. *VII International Conference on Modern and Fossil Dinoflagellates*. Nagasaki. Japan. 152 p.
- HORIGUCHI, T. & R. N. PIENAAR. 1991. Ultrastructure of a marine *dinoflagellate Peridinium quinquecirne* Abé (peridinales) from South Africa with particular reference to its chrysophyte endosymbiont. *Botanica Marina* 34:123-13.
- HORIGUCHI T. & R. N. PIENAAR. 1986. Ultrastructure of a marine dinoflagellate, *Peridinium quinquecirne* with special reference to its endosymbiotic alga. *Electron Microscopical Society of South Africa Proceedings*. 16:107-108.
- JUFANG, C., Q. YUZAQ, X. YONGZHI, X. NING & L. JINGRONG. 2000. A new red tide-forming species *Peridinium quinquecirne* Abé in South China. In: Ho K. & Wang D. (eds.) *Proceedings to regional symposium on preservation on management of HAB in the South Cina, HABSCS 2000*. South China, pp. 126-129.
- NÚÑEZ, O. 1879. Ensayo de la explicación del origen de las grandes mortandades de peces que ocurren en el Golfo de México. *La Naturaleza* 4: 188-197.
- RAMÍREZ-GRANADOS. R. 1963. *Marea roja, datos para su conocimiento y pronóstico*. Serie: Trabajos de divulgación, 35. SIC. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, Departamento de Estudios Biológicos Pesqueros. 9 p.
- SOURNIA, A. 1986. *Atlas du phytoplankton marin*. Éditions du Centre National de Reserche Scientifique, Vol. 1. Paris, France, 219 p.
- STEIDINGER, A. K. 1983. A re-evaluation of toxic dinoflagellate biology and ecology. In: Round & Chapman (eds.) *Progress in Phycology Research*. Elsevier Science Publishers. Vol. 2, pp. 147-188.
- STEIDINGER, K. & K. TANGEN. 1997. Dinoflagellates. In: C. R. Tomas (ed.) *Identifying marine phytoplankton*. Academic Press. United States of America, pp. 387-584.
- STUMPF, P. R., V. RANSIBRAHMANAKUL, A. K. STEIDINGER & P. TESTER. 1998. Observations of sea surface temperature and winds associated with Florida, USA red tides (*Gymnodinium breve* blooms). In: *Harmful Algae VIII International Conference*. Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Vigo, España, pp. 145-148.
- THRONDSEN, J. 1978. Preservation and storage. In: A. Sournia (ed.). *Phytoplankton manual*. UNESCO. Paris, Francia, pp. 69-74.
- TOMAS C. R. 1998. Blooms of potentially harmful raphidophycean flagellates in Florida coastal waters. In: *Harmful Algae, VIII International Conference*. Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Vigo, España, pp.97-99.
- VARGAS-HERNÁNDEZ, J. M., A. HERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ Y L- F. CARRERA-PARRA. 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. En: Salazar-Vallejo y González N. E. (eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Comisión Nacional de la Biodiversidad y CICRO. México, pp. 559-575.

Recibido: 16 de abril de 2004.

Aceptado: 1° de febrero de 2005.