

Determinación de la Marea Roja en las Costas del Estado de Yucatán, México

LUIS ALFONSO, RODRÍGUEZ GIL¹, CARLOS, F, REYES SOSA¹, and YALPIZAR CARILLO R¹

Laboratorio Aprovechamiento Recursos Marinos

Instituto Tecnológico de Mérida.

Km5. Carretera Mérida-Progreso, Mérida, Yucatán, México. 97118

RESUMEN

La Marea Roja es un fenómeno natural y espontáneo caracterizado por un aumento de la concentración de ciertos organismos componentes del Plancton. Bajo ciertas condiciones ambientales se produce un aumento de organismos especialmente de dinoflagelados y diatomeas, lo que se conoce como floraciones algales o "bloom". La marea roja se presenta en ciertas épocas del año, pero principalmente en verano en el estado de Yucatán y en los últimos años a aumentado su periodicidad. Por lo que, el objeto de este estudio fue determinar a las microalgas causantes de la marea roja y relacionar su presencia con los parámetros: fisicoquímicos, biológicos y oceanográficos durante dos meses de cada verano a partir de 2004-2006. Por lo que, a través de una red de estaciones comprendida entre Chuburna y Dzilam de Bravo, a lo largo de la costa de Yucatán, se realizó un monitoreo. Las muestras colectadas fueron analizadas en los laboratorios de Aprovechamiento de Recursos Marinos del Instituto Tecnológico y de la Estación de Investigación Oceanográfica de la SEMAR. Dos fases fueron realizadas, la primera, abarco el análisis del fitoplancton a través de un microscopio de contraste de fases, para la identificación taxonómica de las microalgas. La segunda fase consistió en conocer la química del agua, mediante la utilización de las técnicas colorimétricas para determinación de compuestos nitrogenados. Se identificaron especies de dinoflagelados y diatomeas asociados a florecimientos algales de marea roja. Los niveles de concentración de compuestos nitrogenados se consideraron dentro del rango normal de acuerdo a los límites de referencia para aguas de contacto primario. Las densidades de células de cada especie se presentaron inferiores al límite de referencia de la NOM-005-SSA1-2001. Por lo que se concluye que durante los años 2004-2006 no se detectó la presencia de la marea roja en las costas del estado de Yucatán.

PALABRAS CLAVES: marea roja, dinoflagelados, diatomeas

Determination of the Red Tide along the Coast of Yucatan State, México

The Red Tide is a spontaneous and natural phenomenon characterized by an increase of the concentration of certain plant-like organisms components of the Plankton. Under certain environmental conditions an increase of organisms is produced especially of dinoflagellates and diatoms, what is known like flowerings algales or "algal bloom". The red tide is presented in certain times of year, but mainly in summer in the state of Yucatan and in recent years to enlarged its frequency. For which, the object of this study was to decide to the responsible micro-algae of the red tide and to relate its presence with the parameters: physiochemical, biological and oceanographic during two months from each summer from 2004-2006. For which, through a network of stations understood between Chuburna and Dzilam of Brave, along the coast of Yucatan, a monitoring was carried out. The samples collected were analyzed in the laboratories of Aprovechamiento of Marine Resources of the Technological Institute and of the Station of Oceanographic Investigation of the SEMAR. Two phases were carried out, the first one, I cover the analysis of the phytoplankton through a phases contrast microscope, for the identification taxonómica of the micro-algae. The second phase consisted of knowing the chemistry of the water, by means of the utilization of the technical Photocolorimetric for decision of composed nitrogenous. Species were identified of dinoflagellates and diatoms associated to flowerings algales of red tide. The levels of concentration of composed nitrogenous were considered inside the normal rank according to the limits of reference for water of primary contact. The densities of cells of each species were presented lower al limit of reference of the NOM-005-SSA1-2001. For which it is concluded that during the years 2004-2006 not the presence of the red tide in the coasts was detected of the state of Yucatan.

KEYWORDS: red tide, dinoflagellates, diatoms

INTRODUCCION

Las Floraciones de Algas Nocivas (FAN) comúnmente denominada "Marea Roja" es un fenómeno natural que comienza de forma espontánea y de una manera impredecible, la cual tiene una duración variable, aunque en algunos sectores se presentan con cierta periodicidad y en otros en forma ocasional. Consiste en la reproducción acelerada de ciertos microorganismos fotosintéticos unicelulares, componentes del fitoplancton, conocidos como microalgas nocivas (especialmente dinoflagelados y diatomeas), los cua-

les pueden causar daño al ecosistema marino y a la salud humana. Estos microorganismos causan cambios en la coloración del agua, debido a que poseen pigmentos con los que captan la luz del sol, estos pigmentos pueden ser de color rojo, amarillo, verde, café o combinaciones, siendo la más frecuente la coloración rojiza de ahí que se ha generalizado mundialmente el término "Marea Roja". El cambio de coloración depende también de la concentración del organismo involucrado y de la profundidad en la que se distribuye, llegando en ocasiones a no ser visible; la ausen-

cia de coloración ha sido una de las características de los FAN ocurridos en Magallanes y Aysén, Chile (Uribe, 1994).

Este fenómeno ocurre cuando interactúan en el medio marino ciertos factores biológicos, Antropogénicos y ambientales (físicoquímicos). Entre los factores biológicos más importantes está la presencia de una población "semilla" de los mencionados organismos del fitoplancton. Como factor antropogénico destaca de manera específica la contaminación orgánica del mar, la cual incrementa anormalmente la cantidad de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, que en concentraciones mayores a las normales en el sitio específico provocan un aumento en la reproducción del fitoplancton, llamado florecimiento (Blooms). Y entre los factores ambientales se considera el aporte de nutrientes por parte de la atmósfera y de las aguas intercontinentales y subterráneas. Es importante también la condición estratificada de las columnas de agua, así como los procesos de circulación de las mismas.

El primer registro que se tiene de este fenómeno, en el Golfo de México, aunque desde las conquistas españolas se tienen reportes, datos del año 1853 en el que aparecieron síntomas, en las personas que habitaban en los bordes de las costas, como ataques de tos e irritación en las membranas mucosas, los cuales fueron muy intensos en los años 1861, 1868 y 1871, esto debido al efecto aerosol, provocado por el viento y las olas, aunque no se hizo un seguimiento de los casos en los años siguientes. En 1880 se reportó un envenenamiento masivo de peces a lo largo de la costa este de la Florida.

La globalización y los cambios tecnológicos que enfrenta México y que afectan en particular al Estado de Yucatán, son fenómenos que obligan a redefinir metas, rediseñar instrumentos y mecanismos en la toma de decisiones, basados en la especialización de los procesos productivos en cadena, con sólida visión por regiones y sectores, crear nuevos polos de desarrollo, mediante la integración de los productores rurales y pesqueros, a un proceso de planeación participativa y democrática, que permita la construcción de una economía más competitiva, una sociedad más justa y más humana, para enfrentar con mejores oportunidades el crecimiento demográfico y los factores externos adversos.

La producción pesquera del Estado de Yucatán, se enfoca principalmente a la realización de actividades primarias en las que está inmersa una población significativa, lo cual no garantiza el abasto que demanda el mercado consumidor, ya que una gran mayoría se realiza con características de autoconsumo para subsistencia, especialmente en las zonas costeras, lo que obliga a la población a buscar alternativas para cubrir sus necesidades familiares, subempleándose en la industria de la construcción, comercio, artesanal y turismo; actividades que son incapaces de absorber la mano de obra disponible.

Para la actividad pesquera, en las costas de Yucatán, al igual que en la amplia región del Golfo y Caribe Mexicano,

los principales recursos pesqueros son el mero, el pulpo, langosta entre otros, los cuales soportan una elevada presión de pesca y alteración de hábitats debido al acelerado desarrollo urbano-turístico en la zona costera de esta región. El panorama anterior demanda investigaciones en el campo de la evaluación de nuevos recursos pesqueros potenciales.

En 1916 se reportaron problemas respiratorios en la población de Florida asociados con Blooms Algales. En el año 1948 Charles C. Davis denominó *Gymnodinium breve* (en la actualidad conocido como *Karenia brevis*) a las células colectadas durante un evento de "Marea Roja" en Florida durante los años 1946-47.

El género *Karenia* fue establecido en noviembre del 2000 por Gert Hansen and Øjvind Moestrup de la Universidad de Copenhagen en honor al Dr. Karen Steidinger del Instituto de Investigaciones Marinas de la Florida (FMRI) (Daugbjerg *et al.*, 2000) En 1957 en el Estado de Veracruz, hubo una contingencia caracterizada por una mortalidad muy grande de peces, así como también de humanos, debido a la ingestión de moluscos contaminados. En 22 años de 1975-97 ocurrieron 21 eventos de Blooms de *K. brevis*, en el Golfo de México.

Entre 1987-88 se documentaron 48 casos de enfermedad por envenenamiento neurotóxico por el consumo de mariscos en Carolina del Norte, el impacto económico fue estimado en 25 millones de dólares. Un "Blooms" de *K. brevis* en el año 1987 estuvo implicado en la muerte de 700 delfines "nariz de botella" en las costas de la Florida y en la misteriosa muerte de 400 manatíes en 1995 y 1996. En enero de 1998 un "Blooms" de *K. brevis* provocó en la población de el condado de Palm Beach en Florida, problemas severos respiratorios, por el efecto aerosol. En abril 17 del 2003, el Florida Marine Institute, reportó la muerte de 60 manatíes en la costa sureste de la Península de la Florida. En la Península de Yucatán la "Marea Roja" afecta más del 80% de las costas del Estado, afectando principalmente el mercado del pulpo (principal productor y exportador de México).

Recientemente estas y otras Floraciones de Algas Nocivas han incrementado su incidencia, duración y diseminación geográfica, afectando grandemente la economía, el medio ambiente y la salud humana (Tester, 1997, 2003; Van Dolah 2000,).

Las costas de la Península de Yucatán no han sido la excepción en cuanto a la aparición de florecimientos algales en sus litorales. Se tienen registros de estos eventos desde 1948, siendo los más recientes los de los veranos 2001, 2002 y 2003, que provocaron grandes pérdidas en el sector pesquero y turístico.

Uno de los principales problemas de la región costera norte de la Península de Yucatán es la contaminación por nutrimentos y materia orgánica que vienen en los aportes de agua subterránea que descargan en la zona costera. Esta condición es uno de los principales factores que favorecen la frecuencia, intensidad y magnitud de los florecimientos

algales en las costas de Yucatán, lo que incide en la calidad de la zona costera y en hábitats críticos para la flora y fauna silvestre, principalmente especies de importancia comercial. Por lo que, el objetivo de esta trabajo es Aplicar la técnica de colecta de muestras de agua para detección de fitoplancton formador de marea roja e identificar de las muestras del fitoplancton las microalgas que causan la marea roja.

METODOS

Area de Estudio

Los sitios de colecta se eligieron en función de ser las áreas de mayor contaminación marina es decir áreas cercanas a la costa donde existe una mayor aportación de contaminación por desechos orgánicos (contaminación antropogénica) y en la zona de surgencia.

Muestreo

Los muestreos se llevaron acabo en los puertos de Celestún, Progreso, Chicxulub, Río Lagartos y Telchac. Se tomaron tres muestras en cada uno de éstos puertos: La primera a una distancia de 3 metros de la orilla de la playa, la segunda a 5 metros y la tercera a 10 metros. Otras muestras fueron colectadas a lo largo de la costa de Yucatán en

estaciones georeferenciadas mar adentro (Fig.1.).

Las muestras fueron fijadas con acetato de lugol en una relación de 1ml por cada 100ml de agua de mar; de ésta manera se hicieron tres soluciones que se depositaron en un frasco de plástico de 1000 ml y se mantuvieron en refrigeración hasta su análisis en laboratorio. El fijador que se usó es una solución acuosa concentrada de yodo-yoduro potásico más ácido acético. El yodo fija y conserva los organismos coloreándolos al mismo tiempo; el ácido acético conserva los cilios y flagelos. El uso de yodo- yoduro potásico tiene además la ventaja de que, al concentrar yodo los organismos se hacen más pesados y se hunden más rápido. Esta sedimentación es absolutamente necesaria antes del conteo.

Trabajo de laboratorio:

Una vez recolectadas las muestras se procedió a su análisis de la siguiente manera:

1. Se homogeneizó cada muestra con un movimiento suave de inversión.
2. Con una pipeta graduada se tomó 0.1 ml (2 gotas) y se colocó en un portaobjetos y se cubrió con un cubreobjetos.

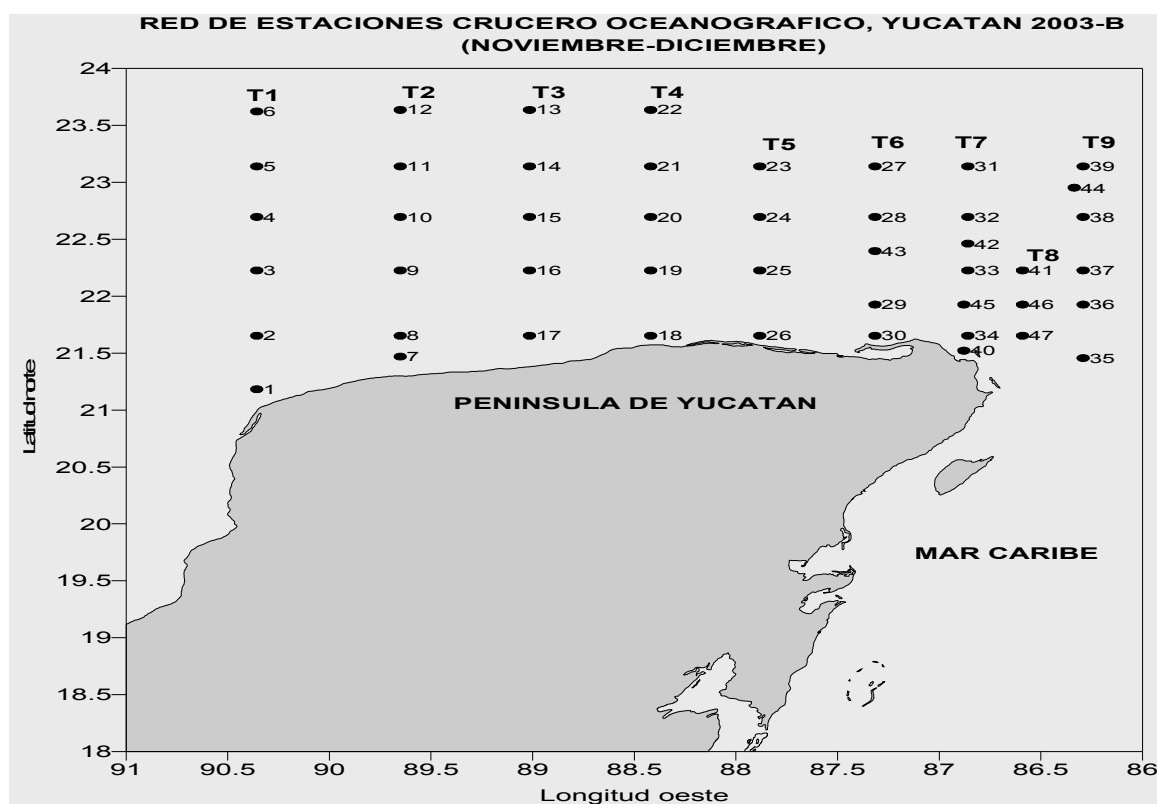


Figura. 1. Red de estaciones consideradas para los muestreos de marea roja

3. Se observó el portaobjeto (la muestra) en el microscopio enfocando con el objetivo 10X.
4. Se realizó un recorrido en zig - zag del portaobjeto, evitando traslapar los campos. En caso de observar organismos nocivos se procedió a la comprobación de ésta especie con el objetivo 40X a fin de identificarlo.
5. Se registro individualmente las especies encontradas durante el recorrido.

RESULTADOS

En base en las observaciones hechas con ayuda del microscopio estas son las 13 especies de dinoflagelados y 12 diatomeas que se encontraron frecuentemente en las muestras recolectadas:

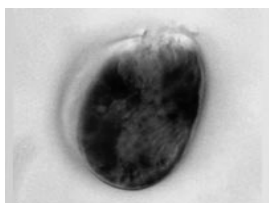
Dinoflagelados:

Peridinium granii, *Pyrodinium bahamense*, *Peridinium oceanicum*, *Dinophysis caudata*, *Ceratium macroceros*, *Ceratium hexacanthum*, *Ceratium tripos*, *Ceratium declinatum*, *Pyrophacus horologium*, *Prorocentrum mexicanum*, *Peridinium divergens*, *Ceratium candelabrum* y *Ceratium furca*

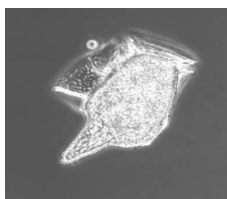
Diatomeas:

Mastologia splendida, *Asterionella japonica*, *Cylindrotheca closterium*, *Pseudonitzschia seriata*, *Rhizosolenia fragilarea*, *Paralea sulfata*, *Planktoniella sol*, *Triceratium robertsonianum*, *Trigonium formosum*, *Favela fistulicauda*, *Rhizosolenia calcarabis* y *Rhizosolenia hebetata*

Dinoflagelados:



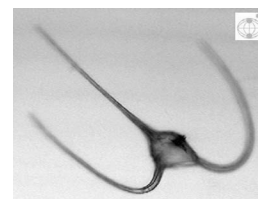
Prorocentrum



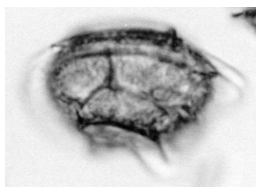
Dynophysis caudata



Ceratium furca

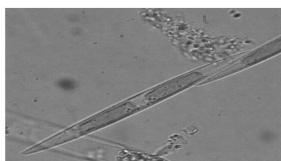


Ceratium macroceros

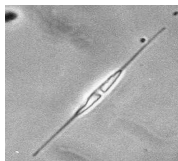


Pyrodinium bahamense

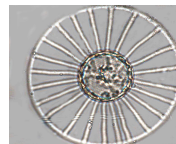
Diatomeas:



Pseudonitzschia seriata



Cylindrotheca



Planktoniella sol

Figura. 2. Principales especies de Dinoflagelados y Diatomeas encontradas durante los muestreos de los años 2005-2006 en las costas del Estado de Yucatán.

De las cuales, el dinoflagelado *Prorocentrum mexicanum* y la diatomea *Pseudonitzschia seriata* son especies de fitoplancton tóxico y nocivo que se han identificado, pero no en la concentración que cause un Florecimiento Algal Nocivo.

Además de las especies de dinoflagelados como: *Dinophysis caudata*, *Ceratium furca* y *Pyrodinium bahamense* y de especies de Diatomeas como *Cylindrotheca closterium*, encontradas en las muestras, son especies no tóxicas, pero que pueden ocasionar florecimientos algales nocivos.

Nitzschia longissima y *Cylindrotheca closterium* son las causantes del último evento de marea roja registrado cerca de la línea costera yucateca en septiembre de 2003, especies que se pudieron identificar en los muestreos.

CONCLUSION

Se concluye a partir de los resultados obtenidos durante el año 2005 y hasta octubre del 2006 no ha habido florecimientos algales nocivos, porque las concentraciones de las especies formadoras de estos, no están en los niveles requeridos para la presencia de este fenómeno. Sin embargo, es importante recalcar la importancia del monitoreo ya que mediante estos estudios se pueden establecer de manera más precisa los factores que originan y mantienen estos fenómenos; y así poder evitar o disminuir los efectos dañinos que causan, tanto a nivel social, económico y ecológico para las comunidades que afecta.

LITERATURA CITADA

- Daugbjerg, N., Hansen, G., Larsen, J., and Moestrup, Ø. 2000. Phylogeny of some of the major genera of dinoflagellates based on ultrastructure and partial LSU rDNA sequence data, including the erection of three new genera of unarmoured dinoflagellates. *Phycologia* **39**(4):302-317.
- Tester, P.A. & Pinckney, J.L. 2003. Quantification of the relative abundance of the toxic Dinoflagellate *Karenia brevis* (Dinophyta), using unique photopigments. *J. Phycol.* **39**:449-457.
- Tester, P.A. & Steidinger, K.A. 1997. Gymnodinium breve red tide blooms: initiation, transport, and consequences of surface circulation. *Limnol. Oceanogr.* **42**:1039-51.
- Uribe, T.E., 1994. Impacto de las Microalgas Nocivas (Marea Roja) en los Moluscos. Curso Contaminación Marina, Universidad Católica del Norte, Chile.
- Van Dolah, F. M. 2000. Marine algal toxins: origins, health effects, and their increased occurrence. *Environmental Health Perspectives. Reviews in Environmental Health* 2000. **108**S1:133-141.

