

Proliferaciones algales nocivas de cianobacterias (Oscillatoriaceae) y dinoflagelados (Gymnodiniaceae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica

Maribelle Vargas-Montero¹ & Enrique Freer^{1,2}

¹ Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas, Universidad de Costa Rica, Apdo. Postal 2060, San José, Costa Rica.

² Escuela de Medicina, Universidad de Costa Rica, Apdo. Postal 2060, San José, Costa Rica. Fax: (506) 207-3182; vmontero@cariari.ucr.ac.cr

Recibido 31-X-2002. Corregido 14-X-2003. Aceptado 11-XII-2003.

Abstract: Recently, the Pacific coast of Costa Rica has experienced an increase in both magnitude and frequency of harmful algae blooms (HAB). The lack of data regarding the dynamics of these events in the area, and the species of microalgae that produce them, are themes of great interest. The blooms have produced negative impacts on fishery resources and on human health in Costa Rica. In May 2002 a HAB left a large number of dead fish along the central Pacific coast. Water samples were collected using a phytoplankton net and fixed for subsequent processing by electron microscopy. In addition, a one liter sample of surface water was taken for later cell count. In the observed HAB, the dominating organisms found were the cyanobacteria *Trichodesmium erythraeum* surrounded by high concentrations of Gram - bacteria and the dinoflagellate *Cochlodinium cf. polykrikoides*. *T. erythraeum*, is one of the most important N₂ fixing cyanobacteria in marine waters that has been associated with HAB events in diverse parts of the world as well as with symptoms that produce contact dermatitis and other discomforts. *C. cf. polykrikoides* is a dinoflagellate associated with fish kills; although the type of associated toxins are unknown. In a national newspaper 17 cases of intoxication in humans were reported during this same period, which presented respiratory disorders and burning of the eyes. This is the first report in Costa Rica where a cyanobacteria and a dinoflagellate were observed together producing HAB.

Key words: Harmful algae blooms, *Trichodesmium erythraeum*, *Cochlodinium cf. polykrikoides*, Gulf of Nicoya.

Palabras clave: Proliferaciones algales nocivas, *Trichodesmium erythraeum*, *Cochlodinium cf. polykrikoides*, Golfo de Nicoya.

El término “marea roja” es utilizado en algunos lugares para referirse a todos los fenómenos en donde se produce discoloración en el agua, por el incremento de las biomásas algales. Sin embargo, una proliferación no necesariamente induce discoloración aunque se trate de una microalga potencialmente tóxica (Anderson *et al.* 2001). Por esto, el término “Proliferaciones Algales Nocivas” (PAN) (en inglés “Harmful Algae Blooms” HAB), es el término más utilizado en el ámbito internacional. Las PAN se refieren tanto a las densidades algales tóxicas como a las no tóxicas, ya sea asociadas o no a algún tipo de discoloración (Anderson *et al.* 2001).

Las proliferaciones algales están estrechamente relacionadas con la estratificación de los ecosistemas costeros (Smayda 2002), aunque existen datos de proliferaciones algales recurrentes en lugares que no han sido afectados directamente por el hombre (Sar *et al.* 2002). Este tipo de eventos puede producir impactos negativos sobre los recursos pesqueros y la salud humana, causando mortalidad de peces, intoxicación por consumo de mariscos contaminados y afectando el turismo por las densas manchas, en ocasiones mal olientes, frente a nuestras costas. Algunas veces, la mortalidad de peces se da por la limitación de oxígeno que estas altas biomásas de microorganismos suelen producir, por

lo que no siempre estas mortalidades deben asociarse a toxinas.

Las PAN en Costa Rica, son fenómenos que cada vez se tornan más frecuentes especialmente en la costa Pacífica, sin embargo se tiene poco conocimiento sobre la dinámica de estos eventos en el área centroamericana, y hasta donde sabemos hay pocos informes publicados sobre los agentes involucrados en tales eventos; por lo que consideramos que esta descripción puede ser de ayuda en el conocimiento y comportamiento de los fenómenos de proliferaciones algales en Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

En mayo de 2002, se observó una mancha extensa de color rojizo frente a las playas de Puntarenas y Caldera (Golfo de Nicoya, Costa Rica). Esta proliferación presentó un olor fétido, que se percibía desde la carretera, ubicada a 100 m de la playa. También había espuma y manchas en forma de hilachas que eran movidas por las corrientes.

Se recolectaron muestras de la mancha en dos zonas costeras distantes entre sí unos 50 km (muelle de Puntarenas y Caldera). La recolección se hizo con una red de fitoplancton de 20 μm de diámetro de poro, y el material se fijó con solución de glutaraldehído y paraformaldehído al 2.5% (Karnovsky 1965). Además, se tomaron muestras con una botella Niskin de 1 litro y se fijaron con solución de lugol al 1% en ácido acético para el conteo de células. Las muestras se procesaron en el laboratorio para microscopía electrónica de barrido y microscopía de luz.

RESULTADOS

Se identificaron dos organismos predominantes en las muestras; la cianobacteria *T. erythraeum* (Ehrenberg 1892), y *C. cf. polykrikoides* (Margalef 1961). La cianobacteria se encontró formando colonias de 20 a 30 tricomas, de aproximadamente 1 mm de longitud;

con células apicales hemisféricas y caliptra o cubierta en la última célula del tricoma (Figs. 1 A y B); esta cianobacteria se encontraba dominando la mancha rojiza en algunos sectores, especialmente frente a las costas de Caldera. El dinoflagelado *C. cf. polykrikoides*, se encontró en menor concentración; aunque, el conteo celular de la muestra fue de 1.2×10^5 células por litro. Este dinoflagelado se observó formando cadenas de 4 organismos como máximo, cuyas dimensiones fueron de 40 μm de largo por 25 μm de ancho. Las células presentan su típica forma gyrodinial con el cíngulo excavado y desplazado alrededor de 1.8 anchos; asimismo, el antiápice de la célula se dividía en dos partes (Figs. 1 C y D).

Es importante destacar que en algunos sectores, especialmente cerca de la playa, había acumulación de material mucilaginoso y se observó gran cantidad y variedad de peces muertos. Además, en la mancha se encontraron altas concentraciones de bacterias Gram -, especialmente donde abundaba la cianobacteria.

DISCUSIÓN

En el diario La Nación (22 de mayo del 2002), se informó de 17 casos de intoxicación por la brisa marina, la mayoría eran niños de la localidad de Caldera. Los afectados manifestaron dolor abdominal, trastornos respiratorios y ardor en los ojos; además, aparecieron cientos de peces muertos en la playa. *C. cf. polykrikoides* es un dinoflagelado asociado con mortalidad de peces; aunque se desconoce el tipo de toxinas asociadas (Sook Kim *et al.* 2001), generalmente tiende a producir excreción de mucus y es el causante de PAN relacionadas con problemas en lugares como el Golfo de México, Columbia Británica (Whyte *et al.* 2001), Japón (Fukuyo *et al.* 1990) y Korea (Sook Kim *et al.* 2001) entre otros. Las células diferenciadas en el centro de las colonias de *T. erythraeum*, son capaces de fijar nitrógeno atmosférico que permite al alga crecer bajo las condiciones oceánicas pobres en nutrimentos, siendo esta especie una de las principales

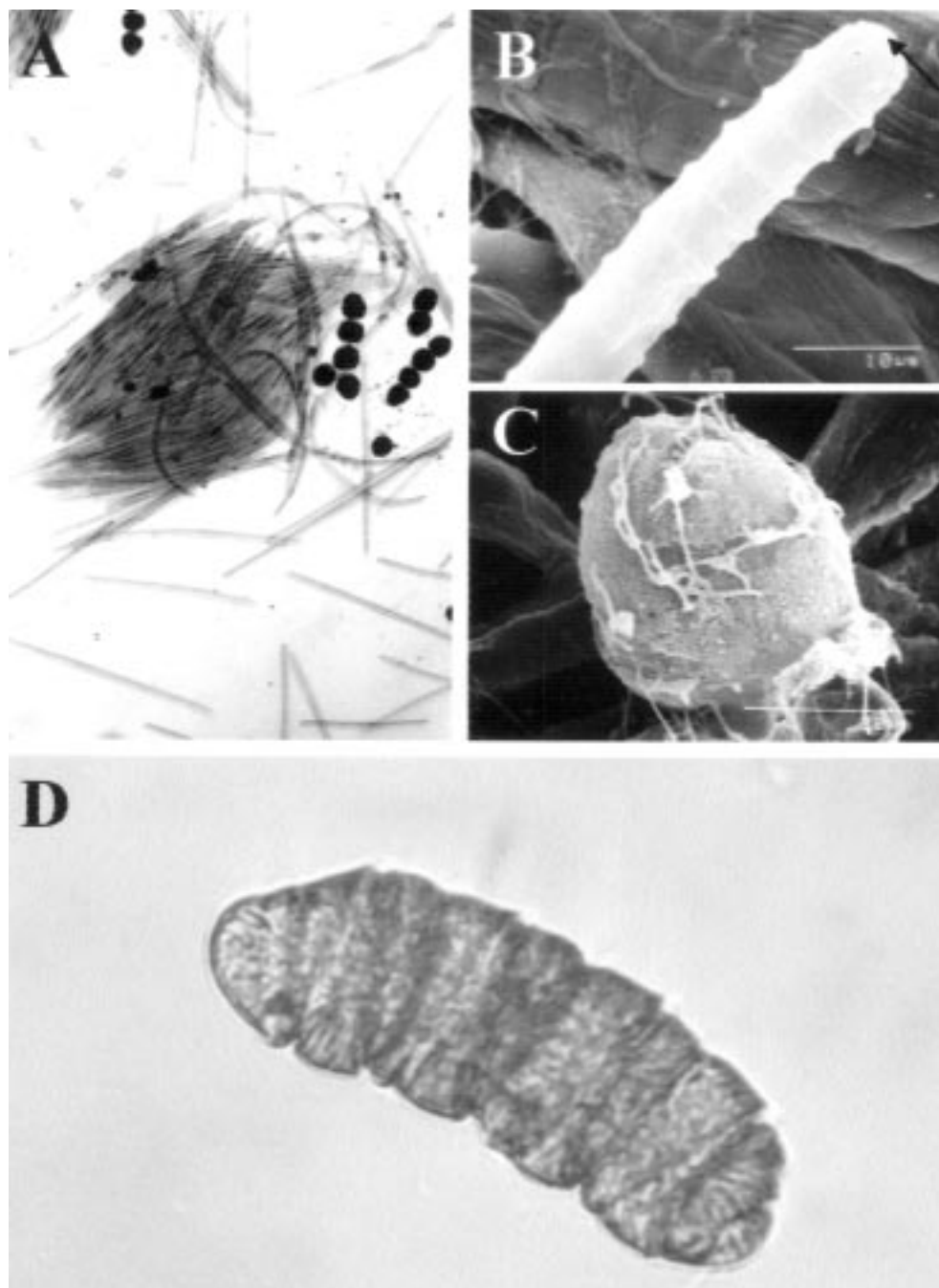


Fig. 1. A. Luz. Agrupaciones de 20 a 30 tricomos de la cianobacteria *Trichodesmium erythraeum*, B. MEB. Idem, células apicales hemisféricas y con caliptra o cubierta en la última célula del tricoma (flecha), C. MEB. Dinoflagelado *Cochlodinium* cf. *polykrikoides*, D. Luz. Idem, formando cadenas de cuatro organismos.

Fig. 1. A. Light. Groups of 20-30 trichomes of the cyanobacteria *Trichodesmium erythraeum*, B. SEM. Idem, apical hemispherical cells and a cover in the last cell of the trichome (arrow), C. SEM. Dinoflagellate *Cochlodinium* cf. *polykrikoides*, D. Light. Idem, forming chains of four individuals.

cianobacterias fijadoras de N_2 en el agua marina (Hallegraeff 2002). Además, ha sido asociada con PAN en diversas partes del mundo, como Japón (Fukuyo *et al.* 1990), Tailandia (Suvapepant 1995), el Mar de Arabia (Capone *et al.* 1998) y el cono suramericano donde ha sido asociada con el síndrome conocido como “*febre de Tamandaré*” o “*tingui*” denominado así por el nombre de una localidad en la costa noreste de Brazil (Sar *et al.* 2002). Este síndrome se caracteriza por una dermatosis de contacto, y es la causa de grandes molestias en las poblaciones afectadas por este tipo de PAN. La acción de las olas ayuda a disolver los bultos que forma esta cianobacteria y vuelve inactiva la enzima nitrogenasa, motivo por el cual los mares tranquilos son un requisito previo para las PAN de estos microorganismos (Hallegraeff 2002). Las proliferaciones de *Trichodesmium* generalmente están asociadas con bacterias y aunque se desconoce la función que desempeñan estas bacterias, se cree que esta asociación puede ser beneficiosa para la cianobacteria, por lo que el significado ecológico es de potencial importancia, ya que podrían utilizarse para mitigación de las proliferaciones (Paerl *et al.* 1989, Siddiqui *et al.* 1992). Actualmente la presencia de organismos formadores de grandes biomasas como *C. cf. polykrikoides*, *Prorocentrum minimum* y de cianobacterias como *Trichodesmium* sp. son tema de interés por parte de la comunidad científica, debido al impacto negativo que éstas están produciendo en zonas costeras del área centroamericana y del Caribe.

Creemos que los cuadros clínicos presentados por las personas afectadas, principalmente trastornos respiratorios y ardor en los ojos, se debieron principalmente a la presencia de la cianobacteria, ya que ésta ha sido asociada a problemas respiratorios por contacto con la brisa marina en otras localidades. Suponemos que el problema asociado a la mortalidad de peces pudo resultar de la presencia del dinoflagelado *C. cf. polykrikoides*, ya que este dinoflagelado está asociado con la producción de varias toxinas hemolíticas, inclusive neosaxitoxinas que aún no han sido caracterizadas.

Según estudios experimentales realizados por Landsberg (2002), cultivos de este dinoflagelado producen una acción antiviral e icotóxica en moluscos.

La observación de PAN donde dominan diferentes tipos de microalgas es común, por lo que la observación primaria del evento es muy importante. El incremento de estos fenómenos en la costa Pacífica de nuestro país, viene acrecentándose desde hace más de 2 años, en este caso en particular, la proliferación algal observada se extendía por más de 50 km sobre la superficie y se desplazaba rápidamente por la acción de las corrientes; sin embargo se han observado proliferaciones que han cubierto toda la costa Pacífica del país.

Fenómenos de este tipo pueden darnos valiosa información para poder entender los mecanismos que están o pueden estar asociados a las diferentes problemáticas expuestas anteriormente, por lo que creemos conveniente, su análisis y documentación para que sean de ayuda a los diferentes sectores involucrados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración al personal del Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMIC) y a la Universidad de Costa Rica, por el apoyo recibido durante la realización de este estudio.

RESUMEN

Recientemente, la costa del Pacífico de Costa Rica ha experimentado un aumento en magnitud y frecuencia de proliferaciones algales nocivas (PAN). La falta de datos con respecto a la dinámica de estos eventos en el área, y las especies de microalgas que los producen, son temas de mucho interés. Las PAN han producido impactos negativos en los recursos pesqueros y en la salud humana en Costa Rica. En mayo de 2002, una PAN se observó frente a las playas a lo largo del Pacífico central; además, se observó un gran número y diversidad de peces muertos. Las muestras de agua fueron recolectadas usando una red de fitoplancton y se fijaron para ser procesadas posteriormente con microscopía electrónica. Asimismo, se tomó un litro de muestra de la superficie para su posterior conteo

celular. En la PAN observada, los organismos dominantes fueron la cianobacteria *Trichodesmium erythraeum*, rodeada por altas concentraciones de bacterias Gram -, y el dinoflagelado *Cochlodinium cf. polykrikoides*. *T. erythraeum*, es una de las principales cianobacterias fijadoras de N₂ atmosférico en aguas marinas, y se ha asociado con los eventos PAN en diversas partes del mundo, produciendo síntomas como dermatitis por contacto con la brisa marina y otras afecciones. *C. cf. polykrikoides* es un dinoflagelado asociado con mortalidad de peces; aunque el tipo de toxinas asociadas aún es desconocido. En un periódico nacional se reportaron 17 casos de intoxicación en humanos durante este mismo periodo de PAN, los afectados presentaron desórdenes respiratorios e irritación en los ojos. Éste es el primer informe en Costa Rica donde se observaron cianobacterias y dinoflagelados juntos produciendo PAN. Este tipo de fenómenos debe analizarse y debe documentarse, para habilitar una comprensión en la dinámica y los factores asociados con el aumento de estos eventos en el Pacífico costarricense.

REFERENCIAS

- Anderson, D.M., P. Andersen, V.M. Bricelj, J.J. Cullen & J.E. Rensel. 2001. Monitoring and Management Strategies for Harmful Algae Blooms in Coastal Waters, APEC #201-MR-01.1, Asia Pacific Economic Program, Singapore, and Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series No. 59, Paris. 230 p.
- Capone, D., A. Subramanian, J. Montoya, M. Voss, C. Humborg, A. Johansen, R. Siefert & E. Carpenter. 1998. An extensive bloom of the N₂-fixing cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* in the central Arabian Sea. *Phycologia* 26: 189-194.
- Fukuyo, Y., H. Takano, M. Chihara & K. Matsuoka. 1990. Red tide organisms in Japan: An illustrate taxonomic guide. Uchida Rokakuho, Tokyo, Japan. 430 p.
- Karnovsky, M.J. 1965. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. *J. Cell. Biol.* 27: 137A.
- Landsberg, J. 2002. The Effects of Harmful Algae Blooms on Aquatic Organisms. *Rev. Fish. Sci.* 10 (2): 1-412.
- Hallegraeff, G.M. 2002. Aquaculturists' Guide to Harmful Australian Microalgae. School of Plant Science, University of Tasmania, Hobart, Tasmania, Australia. 136 p.
- Paerl, H.W., Bebout B.M. & L.E. Prufert. 1989. Bacterial associations with marine *Oscillatoria* sp. (*Trichodesmium* sp.) populations: ecophysiological implications. *J. Phycol.* 25: 773-784.
- Sar, E.A., M.E. Ferrario & B. Reguera. 2002. Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano. Instituto Español de Oceanografía, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. 311 p.
- Smayda, T. 2002. Turbulence, watermass stratification and harmful algal blooms: an alternative view and frontal zones as "pelagic seed banks". *Harmful Algae* Vol. 1, pp. 95-112.
- Siddiqui, P.J., B. Bergman & E.J. Carpenter. 1992. Filamentous cyanobacterial associates of the marine planktonic cyanobacterium *Trichodesmium*, *Phycologia* 31: 326-337.
- Sook Kim, C., S. Geun Lee & H. Gyoon Kim. 2001. Ichthyotoxicity of a Harmful Dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides*. Second International Conference on Harmful Algae Management and Mitigation. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. 247 p.
- Suvapepant, S. & T. Lertvidhayaprasit. 1995. Red-tides and red-tides research in Thailand waters. Dept. of Fisheries, Bangkok. pp. 1-11.
- Whyte, J.N.C., N. Haigh, N. Ginther & L. Keddy. 2001. Phytoplankton Killers of Pen-Reared Salmon in British Columbia. Second International Conference on Harmful Algae Management and Mitigation. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. 247 p.

