



Indicadores ambientales



SALUD

Muestreo de las Floraciones Algales Nocivas (FANs) en el Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica

Autores: M.Sc. Emilia Calvo Vargas y Bach. María del Pilar Arguedas Rodríguez

Imagen:



Descripción: Las floraciones algales, conocidas como mareas rojas son cambios en la coloración del agua producidas por la proliferación de microorganismos pigmentados (Reguera 2002). Estos organismos presentan ciclos de crecimiento y decrecimiento numérico regulados por ciertas condiciones físicas y químicas del agua. Las concentraciones pueden llegar a alcanzar magnitudes de 104-106 células/L. El inicio, desarrollo y desaparición de las floraciones algales, dependen de la interacción de una gran cantidad de factores biológicos, bioquímicos, hidrográficos y meteorológicos (Salgado 1994).

La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO definió a las Floraciones Algales Nocivas (FANs), para hacer referencia a la reproducción masiva de microorganismos pigmentados como microalgas, ciliados y bacterias que son percibidas como dañinas por sus efectos adversos en la salud humana, en las explotaciones de acuicultura y turísticas de las zonas costeras y en las poblaciones naturales de los organismos marinos. Por lo tanto, este término se aplica a cualquier población microalgal planctónica o bentónica, aún cuando las concentraciones celulares no sean muy elevadas, siempre y cuando su aparición conlleve un efecto nocivo (Reguera 2002).

Sin embargo, este no es un término científico sino operativo, que actualmente es aceptado por la comunidad de científicos y por los gestores sanitarios y ambientales (Anónimo 1992, citado por Reguera 2002).

En años anteriores las floraciones se formaban en pocas regiones, hoy en día se pueden observar abarcando grandes áreas en todos los países costeros del planeta (Anderson et al. 2001). Generalmente las FANs son eventos monoespecíficos, es decir, ocasionadas por una sola especie (Hallegraeff 2004), sin embargo, en la actualidad es posible observar floraciones originadas por más de una especie nociva o tóxica (Anderson et al. 2001). A partir de la década de los años sesenta, las floraciones algales dejaron de ser eventos desconocidos. Éstas empezaron a aparecer con mucha más frecuencia, e incluso en ciertas áreas se puede observar una temporalidad (Cortés y Páez 1998, Okaichi 2003).

Los grupos más importantes formadores de FANs son los dinoflagelados, las diatomeas otras crisófitas y las cianobacterias especialmente de agua dulce.

Las especies productoras de las sustancias más tóxicas y con mayor variedad pertenecen al grupo de los dinoflagelados, afortunadamente, se trata de un número reducido de especies. Entre ellas: *Alexandrium catenella*, *Alexandrium excavata*, *Alexandrium tamarense*, *Lingulodinium polyedrum*, *Alexandrium monilatum*, *Gymnodinium catenatum*, *Pyrodinium bahamense* var. *compressa* y *Karenia brevis* (Muñoz 1998). Los moluscos bivalvos acumulan ficotoxinas a través de su proceso de alimentación por filtración y las transfieren a diferentes niveles de la cadena trófica, incluyendo al ser humano, por lo que éstos son los vectores más importantes. Además, según Cortés y Páez (1998) la exposición a un floración algal nociva puede ocasionar dermatitis, conjuntivitis, gastroenteritis entre otras.

Para la protección de la salud pública y considerando la sintomatología de las intoxicaciones y los medios de transmisión, se han definido seis tipos de síndromes asociados a las siguientes toxinas (Secretaría de Salud, México 2005):

- Intoxicación Paralizante por Moluscos (Paralytic Shellfish Poisoning, PSP)
- Intoxicación Amnésica por Moluscos (Amnesic Shellfish Poisoning, ASP)
- Intoxicación Diarreica por Moluscos (Diarrhetic Shellfish Poisoning, DSP)
- Intoxicación Neurotóxica por Moluscos (Neurotoxic Shellfish Poisoning, NSP)
- Intoxicación Ciguatérica (Ciguatera Fish Poisoning, CFP)
- Intoxicación por Azapirácidos (Azaspiracid Poisoning, AZP)

La PSP es producida por la saxitoxina (STX) y sus derivados, la ASP por el ácido domoico, las cuales son las ficotoxinas más peligrosas pues en casos extremos de intoxicación pueden causar la muerte.

De las especies mencionadas anteriormente, el dinoflagelado *Pyrodinium bahamense* var. *compressa* (Figura 1) representa un

problema muy serio para la salud pública y la economía de los países tropicales, ya que éstos dependen grandemente de los productos del mar como fuente de proteína y tienen poca experiencia en la investigación de los dinoflagelados tóxicos (Hallegraeff 2004). *Gymnodinium catenatum* es un dinoflagelado desnudo que forma cadenas, y al igual que *P. bahamense* var. *compressa* es productor de toxinas paralizantes (PSP), el primer evento de intoxicación paralizante por consumo de moluscos asociado a esta especie ocurrió en 1976 en España, después en México (1979), en Portugal y Tasmania (1986).

La formación de quistes de resistencia tiene implicaciones importantes en la dinámica de las floraciones de este dinoflagelado (Blackburn et al. 1989).



Figura 1. Cadena de 4 células del dinoflagelado tóxico *Pyrodinium bahamense* var. *compressa*.

Por estas razones, es necesario evaluar la dinámica del fitoplancton nocivo y el riesgo que conlleva el consumir moluscos bivalvos durante una floración algal nociva. Según Anderson et al. (2001) y Salgado (1994) también existe riesgo al consumir cangrejos, gastrópodos predadores y carroñeros, serpientes carnívoras y otros organismos que acumulen las toxinas en su organismo. Salgado (1994) indica que el grado de intoxicación varía de acuerdo al número de moluscos consumidos, el tipo de toxinas, el nivel de la toxina, el número de microalgas por litro de agua según sea la especie. Estudios realizados han demostrado que los niños son más sensibles a las ficotoxinas que los adultos y las mujeres más que los hombres. Además, si se consumen los moluscos con el estómago vacío o junto con alguna bebida alcohólica, el efecto de la toxina es mayor. La cocción del molusco no inhibe el efecto de la toxina como se suele creer, en algunos casos esta acción podría aumentar su toxicidad.

Antecedentes y especies responsables de FANs

Probablemente, la primera floración algal nociva reportada para el Golfo de Nicoya fue la de Peterson en 1958 (citado por Víquez 1999). En 1972 se documentaron por primera vez muertes por el consumo de ostiones (La Nación 1972, La República 1972, citado por Calvo 2002). En 1980 se observó una marea roja muy extensa provocada por el dinoflagelado *Cochlodinium catenatum* (Hargraves y Víquez 1981). Y durante el período 1985-1986 se observaron otras microalgas junto a *C. catenatum*. Entre ellas estaban presentes los dinoflagelados *A. monilatum* y *G. catenatum* (Viquez y Hargraves 1995). En octubre de 1989, se registraron 14 casos de intoxicación por el consumo del ostión vaca (*Spondylus calcifer*) y en menor grado por “navajas” (*Tagelus* sp.) (Mata et al. 1990). Esta fue la primera vez que se observó *P. bahamense* var. *compressa* en el Golfo de Nicoya (R. Víquez, comunicación personal, 2001). El último florecimiento algal tóxico en el Golfo de Nicoya fue en el 2000, la microalga responsable fue el dinoflagelado *P. bahamense* var. *compressa*.

Según la Comisión Interinstitucional para la Prevención y Control de la Marea Roja en Costa Rica (2010), durante la floración algal tóxica del 2000 se registraron 77 casos de intoxicación por el consumo de moluscos contaminados, principalmente el ostión vaca (*Spondylus calcifer*), donde la especie de dinoflagelado responsable fue *P. bahamense* var. *compressa*. En diciembre del 2000 se estableció una prohibición total a la extracción y comercialización de moluscos bivalvos por la presencia de marea roja en la costa pacífica costarricense mediante el decreto ejecutivo N° 29184-S-MAG publicado en el diario oficial La Gaceta. Los costos cuantificables por atención de este evento tuvo un valor aproximado de 300 millones de colones.

Además, se reactivó la “Comisión Interinstitucional para la Vigilancia y Control de la Marea Roja en Costa Rica” por medio del Decreto Ejecutivo No. 29328-MAG-S del 6 de marzo del 2001, la cual está conformada por representantes del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA), Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través del Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios (LANASEVE), el Ministerio de Salud, la Universidad Nacional a través del Laboratorio de Fitoplancton Marino, la Caja Costarricense del Seguro Social y la Universidad de Costa Rica que se incorporó en mayo de 2003. En setiembre del 2002 mediante el decreto ejecutivo N° 30708-S-MAG se levanta en todo el litoral Pacífico la veda para la piangua, la almeja y el mejillón. Mientras las especies conocidas como ostión vaca, concha perla y barba de hacha continúan en veda. La Comisión recomienda mantener un muestreo constante sobre las especies de moluscos bivalvos y de las microalgas nocivas, con el fin de tomar medidas preventivas oportunas, en el caso que aparezca de nuevo un evento.

En la actualidad, las floraciones algales son muy comunes en el Golfo de Nicoya, se pueden presentar tanto en la época seca como en la lluviosa, los dinoflagelados son generalmente los responsables de estos eventos, sin embargo, también las diatomeas (*Skeletonema costatum* y *Aulacodiscus* sp.) y las cianobacterias (*Trichodesmium erythraeum*). El dinoflagelado *C. catenatum* es una especie que generalmente ha formado las FANs en el Golfo. Por ejemplo, en el 2004, 2007, 2010, 2011 y 2012 permaneció por 58, 57, 53, 39 y 95 días respectivamente. Esta especie ha causado problemas a la salud pública, las pesquerías, la maricultura y el turismo. En el 2003 se reportó la muerte de peces en jaulas, principalmente el pargo mancha (*Lutjanus guttatus*), y a las personas que se encontraban cerca de la costa les provocó náuseas e irritación de la garganta, los ojos y la piel. Por otro lado, el dinoflagelado *A. monilatum* es una especie que siempre está presente en el Golfo, sin embargo, en el 2005 fue la primera vez que se reportó como la microalga responsable de una floración algal, además, mezclada con éste estaban presentes los dinoflagelados tóxicos *G. catenatum* y *P. bahamense* var. *compressa* en concentraciones importantes (Calvo

et al. 2005).



Figura 2. Floración algal producida por el dinoflagelado nocivo *Cochlodinium catenatum* en la Isla San Lucas (febrero 2007), Golfo de Nicoya, Puntarenas. Fotografía cortesía: Oscar Pacheco Urpi.

Justificación e importancia

El Golfo de Nicoya es una de las áreas más importantes de pesca en la costa pacífica costarricense, donde se desarrollan proyectos de maricultura. Es un área de criadero de larvas y juveniles de importancia comercial, y representa el medio de subsistencia de muchas comunidades costeras. Por estas razones es que el estudio de la dinámica de los organismos que forman las FANs es de gran importancia, debido a que ciertas especies representan riesgos potenciales para la salud pública, la maricultura, las pesquerías y el turismo. Lo que origina serios problemas socio-económicos y ambientales, especialmente los ocasionados por las especies que provocan daños al ser humano y los organismos acuáticos. Por lo tanto, es de gran importancia el establecimiento de un sistema de muestreo de las FANs con el fin de vigilar y prevenir sus efectos potencialmente nocivos.

Metodología

Cada dos semanas se realizan giras al Golfo de Nicoya para recolectar muestras de agua de mar a 1 y 5 metros de profundidad en estaciones fijas de muestreo: Isla Pajarita Muelle de Puntarenas, Caldera, Tárcoles, y en tres sistemas de cultivo de la ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) en Punta Morales, Costa de Pájaros y Punta Cuchillo, con el objetivo de:

- Identificar y cuantificar las microalgas tóxicas entre ellas *Pyrodinium bahamense* var. *compressa*, *Gymnodinium catenatum*, *Akashiwo sanguinea*, *Alexandrium tamiyabanichi* y la cianobacteria *Trichodesmium erythraeum* productoras de toxinas paralizantes. Y los dinoflagelados productores de toxinas diarreas *Dinophysis caudata*, *Dinophysis rotundata*, *Prorocentrum mexicanum* y *Lyngulodinium polyedrum*.
- Identificar y cuantificar las microalgas nocivas: *Cochlodinium catenatum*, *Alexandrium monilatum*, *Gyrodinium instriatum*, *Noctiluca scintillans*, *Ceratium* spp., *Prorocentrum micans* y *Prorocentrum minimum*.

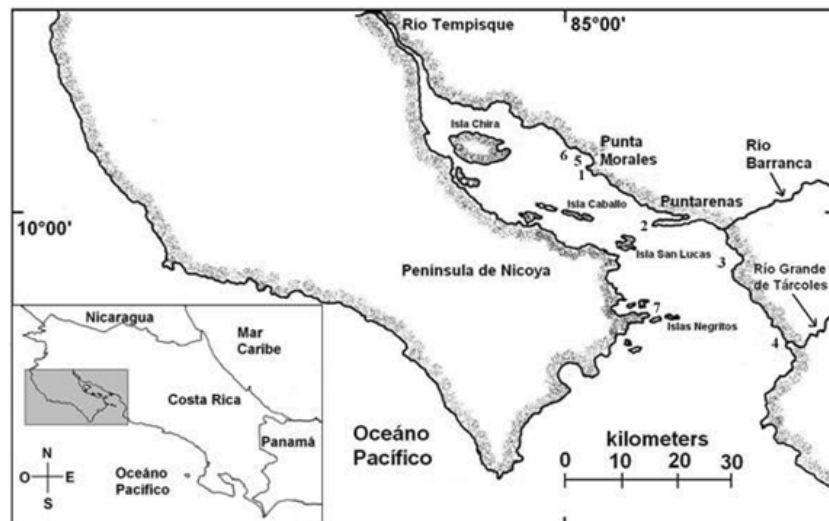


Figura 3. Ubicación de las estaciones de muestreo en el Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica: (1) Isla Pajarita, (2) Muelle Puntarenas, (3) Caldera, (4) Tárcoles, (5) Punta Morales, (6) Costa de Pájaros, (7) Punta Cuchillo.



Figura 4. Recolecta de muestras de agua con una botella oceanográfica Niskin para los análisis cuantitativos del fitoplancton.



Figura 5. Recolecta de muestras de agua marina con una red de fitoplancton de 2µm de abertura de malla, para los análisis cualitativos del fitoplancton.

Conteo de la muestra de fitoplancton

Si la muestra de agua contiene una concentración de células muy alta, como en el caso de las floraciones algales, se toma 1 ml y se cuentan los organismos presentes en una cámara de conteo Sedgewick-rafter. Si la muestra contiene muy poco material, 1 ml de agua no será suficiente para hacer una buena estimación del número de organismos, por lo que, la determinación de la concentración celular se realiza a través del método Utermöhl con torretas de 10 mL y se deja sedimentar por lo menos por 12 horas, luego se determina el número de células por litro (Células/L) mediante una regla de tres.

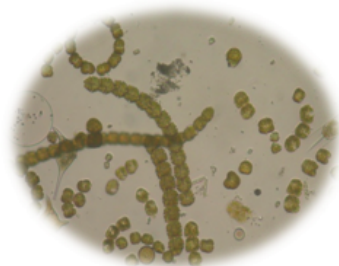


Figura 6. *Gymnodinium catenatum*, dinoflagelado productor de toxinas paralizantes.

Interpretación del indicador

La Comisión Interinstitucional para la Prevención y Control de la Marea Roja en Costa Rica estableció las medidas preventivas a tomar de acuerdo a las concentraciones celulares de dos especies de dinoflagelados tóxicos (*P. bahamense* var *compressa* y *G. catenatum*), de los cuales ya se ha confirmado que producen toxinas paralizantes en el Golfo de Nicoya (Cuadro 1). Con las otras especies de microalgas nocivas que se han identificado en el Golfo, la Comisión aún no ha establecido un rango límite de células por litro para éstas que indiquen algún peligro potencial para la salud humana, los organismos marinos y los sistemas productivos. En el Laboratorio de Fitoplancton Marino se están estableciendo esos rangos para luego llevarle la propuesta y recomendaciones a la Comisión para que se adopten a nivel nacional.

Cuando se detectan concentraciones de *P. bahamense* var. *compressa*, mayores a las 200 células/L, se da alerta amarilla o roja y se aumenta la frecuencia de los muestreos. Pasan de ser muestreos bimensuales a semanales. Si las concentraciones siguen aumentando y son mayores a las 2000 células/L y la concentración de toxinas paralizantes en las muestras de carne de moluscos es mayor a 400 UR/100 g de carne, se declara la veda para la extracción y comercialización de los moluscos bivalvos correspondientes.

Con *G. catenatum* la alerta amarilla o roja es declarada cuando llega a concentraciones mayores a 1000 células/L y de igual forma los muestreos se empiezan a hacer una vez a la semana. Si las concentraciones llegan a ser mayores a las 10000 células/L y la concentración de toxinas paralizantes en las muestras de carne de moluscos es mayor a 400 UR/100 g de carne se declara la

veda para la extracción y comercialización de los moluscos bivalvos correspondientes.

Cuadro 1. Frecuencia de los análisis en las muestras de agua y carne de moluscos, según la concentración (células/L) de los dinoflagelados *Pyrodinium bahamense var compressa* y *Gymnodinium catenatum* y las medidas preventivas recomendadas.

Concentración (células/L)	Análisis de agua	Análisis de carne	Medida preventiva
<i>Pyrodinium bahamense var. compressa</i>			
≤ 200	Bimensual	Mensual a bimensual	Alerta verde
>200 ≤ 2000	Semanal	Positivo, semanal	Alerta amarilla a roja
>2000	Semanal o más frecuente	Positivo, semanal	Veda
<i>Gymnodinium catenatum</i>			
≤1000	Bimensual	Mensual a bimensual	Alerta verde
>1000 ≤ 2000	Semanal	Positivo, semanal o más frecuente	Alerta amarilla a roja
>10000	Semanal o más frecuente	Positivo, semanal o más frecuente	Veda

Tomado de: Comisión Interinstitucional para la Prevención y Control de la Marea Roja en Costa Rica. 2010.

Otras naciones ya tienen medidas establecidas para las especies que proliferan en sus costas. Por ejemplo, Andersen (1996) explica que en la mayoría de los países cuando los dinoflagelados del género *Dinophysis* se observan en concentraciones de 10^2 hasta 10^3 células/L, es cuando aplican las restricciones necesarias, ya que con una concentración de 100-900 células/L pueden empezar a manifestarse los síntomas diarreicos (Sellner & Doucette 2003).

En Dinamarca, cuando hay concentraciones de *D. rotundata* mayores o iguales a 1000 células/L, intensifican el muestreo y cierran las áreas dedicadas al cultivo.

Con respecto a *C. cf catenatum*, la máxima concentración registrada a nivel mundial es de 8×10^7 células/L en el Golfo de Nicoya (Cortés-Lara *et al.* 2004). En el 2007 se presentó otra floración con una concentración máxima de 7.5×10^7 células/L en la bahía de Caldera ($9^{\circ}55'06.3''$ N y $84^{\circ}43'22.8''$ W) con una duración de 57 días, provocando daños muy severos al turismo, la maricultura y las pesquerías con mortalidad de peces (Calvo *et al.* 2012, en preparación).

En las costas de Corea, se considera que concentraciones de 10^6 células/L de *Cochlodinium* spp son letales, en especial para las áreas con cultivo de peces (Cortés-Lara *et al.* 2004).

En Australia, han realizado estudios sobre *T. erythraeum* en cultivos de ostra perla, y descubrieron que con concentraciones de 10^5 células/mL las ostras no mueren pero empiezan a verse afectadas (Negri *et al.* 2004).

Alonso-Rodríguez *et al.* (2004) nombran eventos ocasionados por microalgas productoras de FANs en cultivos de camarón en diferentes países del mundo. La cianobacteria *T. erythraeum* ha formado floraciones en Vietnam, causando la mortalidad del cultivo al llegar a concentraciones de 300-500 millones de células/L debido a su toxicidad. En el Golfo de Guayaquil en Ecuador, una proliferación de *G. instriatum* a 93 millones de células/L, provocó la mortalidad de los cultivos por generar condiciones de anoxia. Una concentración de 34 millones de células/L de *P. minimum* en Sinaola, México, ocasionó un 80% de mortalidad por la fertilización consecutiva del agua y adición de ácidos húmicos en estanques. Además, los autores mencionan FANs producidas en las costas del Sur de Baja California. Por ejemplo, *Noctiluca scintillans* ha provocado mortalidad en nudibranquios en la Bahía de la Paz, Bahía Concepción y Bahía Magdalena, al aumentar a concentraciones de 40-3700 células/mL, y a concentraciones de 464-3000 células/mL causó niveles altos de amonio. *P. mexicanum* ha producido toxinas hemolíticas y de acción rápida en Bahía Concepción a concentraciones de 808 células/mL, y documentaron que *Dinophysis caudata* produce niveles de DSP tóxicos a concentraciones de 95,5 células/mL.

Bibliografía

- Alonso-Rodríguez, R., Páez-Osuna, F., Gárate-Lizárraga, I. 2004. El fitoplancton en la camaronicultura y larvicultura: Importancia de un buen manejo. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Comité de Sanidad Acuícola de Sinaola. Mexico. 147 pp.
- Andersen P. 1996. Design and Implementation of some Harmful Algal Monitoring Systems. Paris. IOC-UNESCO (IOC Technical Series, 44.). 102 pp.
- Anderson D.M., Andersen P., Bricelj V.M., Cullen J.J., & Rensel J.E. 2001. *Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters*. Asia Pacific Economic Program, Singapore, and Intergovernmental Oceanographic Commission. Paris. 268pp
- Blackburn S.I., Hallegraef G.M. & Bolch C.J. 1989. Vegetative Reproduction and Sexual Life Cycle of the Toxic Dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* from Tasmania, Australia. J. Phycol. 25: 577-590.
- Calvo E. 2002. Factores Bióticos y Abióticos Relacionados con la Distribución del Dinoflagelado Tóxico *Pyrodinium bahamense var.*

- compressum* (Plate 1906) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Heredia, Costa Rica. 55 pp.
- Calvo E., Víquez R. y García A. 2005. *Alexandrium monilatum* (Howell) Balech Bloom in the Gulf of Nicoya, Puntarenas. In: The Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (Ed). Harmful Algae News. 29:1-2.
- Comisión Interinstitucional para la Prevención y Control de la Marea Roja en Costa Rica. 2010. Programa de Vigilancia para la Prevención de los Efectos de las Floraciones Algales Nocivas (FANs) para el Litoral Pacífico Costarricense. San José, Costa Rica. 42 pp.
- Cortés R. & Páez F. 1998. Dinámica de las mareas rojas. En: Cortés, R. (Ed.). Las Mareas Rojas. A.G.T. EDITOR. México. 1-11.
- Cortés-Lara M., Cortés-Altamirano R. & Sierra-Beltrán A.P. 2004. Presencia de *Cochlodinium catenatum* (Gymnodinales: Gymnodiniaceae) en mareas rojas de Bahía Banderas, Pacífico mexicano. Rev. Biol. Trop. 52(Suppl. 1): 35-49.
- Hallegraeff G.M. 2004. Harmful algal blooms: a global overview. In: Hallegraeff G.M., Anderson D.M. and Cembella A.D. (Eds). Manual on Harmful Marine Microalgae. UNESCO. France. 25-49.
- Hargraves P. & Víquez R. 1981. The Dinoflagellate Red Tide in Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 29(1): 31-38.
- Okaichi, T. 2003. Red-Tide Phenomena. In: Red Tide. Okaichi, T. (Ed.). Ocean Science Research, Volume 4. TERRAPUB / Kluwer. Tokyo, Japan. 439pp.
- Mata L., Abarca G. Marranghello L. & Víquez R. 1990. Intoxicación Paralítica por Mariscos (IPM) por *Spondylus calcifer* contaminado con *Pyrodinium bahamense*, Costa Rica, 1989-1990. Rev. Biol. Trop. 38(1): 129-136.
- Muñoz L. 1998. Intoxicación en humanos. En: Cortés Altamirano R. (Ed). Las Mareas Rojas. AGT EDITOR. México. 89-93.
- Negri A.P., Bunter O., Jones B., Llewellyn, L. 2004. Effects of the bloom-forming alga *Trichodesmium erythraeum* on the pearl oyster *Pinctada maxima*. Aquaculture 232: 91-102.
- Reguera B. 2002. Establecimiento de un programa de seguimiento de microalgas tóxicas. En: Sar, E.A., Ferrario, M.E., Reguera, B. (Eds). Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano. Instituto Nacional de Oceanografía. Madrid, España. 21-56.
- Salgado M.C. 1994. Estudios de determinación y síntesis de biotoxinas P.S.P. en moluscos tóxicos de las Rías Gallegas. Consellería de Sanidade e Servizos Sociais. Dirección Xeral de Saúde Pública. Xunta de Galicia, España. 242 pp.
- Secretaría de Salud. 2005. Instrucción de Trabajo para el Muestreo de Fitoplancton y Detección de Biotoxinas Marinas. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. México. 21 pp.
- Sellner K.G. & Doucette G.J. 2003. Harmful algal blooms: causes, impacts and detection. J Ind Microbiol Biotechnol 30: 383-406.
- Víquez R. 1999. Floraciones Algales Potencialmente Nocivas y la Acumulación de las Esporas en el Golfo de Nicoya. Manuscrito. Estación de Biología Marina, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional. 5 pp.
- Víquez R. & Hargraves P. 1995. Annual cycle of potentially harmful dinoflagellates in the Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Bulletin of Marine Science* 57(2): 467-475.

Información de contacto:

M.Sc. Emilia Calvo Vargas: Coordinadora del Laboratorio de Fitoplancton Marino, ecalvo@una.ac.cr.

Bach. Ma. del Pilar Arguedas Rodríguez: Estudiante Asistente del Observatorio Ambiental (OA-UNA), pilararguedas@hotmail.com.

Estación de Biología Marina, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional. Puntarenas, Costa Rica.

Teléfonos: 2562-4455, 2562-4454, 2661-3022, 2661-3002



[Estación de Biología Marina](#)

Este indicador debe citarse de la siguiente forma:

Calvo Vargas, E & M. Arguedas Rodríguez. (2012). Muestreo de las Floraciones Algales Nocivas (FANs) en el Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica. Universidad Nacional: Heredia-Costa Rica. Recuperado de: http://www.una.ac.cr/observatorio_ambiental/index.php?option=com_booklibrary&task=view&id=29&catid=45&Itemid=37