

**1. Información general básica**

<b>1.1. Título</b>	Fitoplancton nocivo y floraciones algales en el Golfo de Nicoya durante el período de julio a diciembre del 2016.
<b>1.2. Autor (es) y grado académico:</b>	M.Sc. Emilia Calvo Vargas (responsable) Bach. Keren Robles Navas (estudiante de Licenciatura en Manejo de Recursos Marinos y Dulceacuícolas) Silvia Piedra Calvo (estudiante IV nivel del Bachillerato en Biología con Énfasis en Biología Marina)
<b>1.3. Unidad académica/Laboratorio:</b>	Escuela de Ciencias Biológicas, Estación de Biología Marina Juan Bertoglia Richards, Laboratorio de Fitoplancton Marino
<b>1.4. Periodo de estudio del indicador:</b>	1 Julio– 31 Diciembre del 2016
<b>1.5. Área geográfica que se estudió:</b>	Nueve estaciones fijas de muestreo en el Golfo de Nicoya: <ul style="list-style-type: none"><li>- Tárcoles</li><li>- Bahía Caldera</li><li>- Muelle de Puntarenas</li><li>- Isla Pajarita</li><li>- Costa de Pájaros</li><li>- Punta Cuchillo</li><li>- Isla Cedros</li><li>- Puerto Palito de la isla de Chira</li><li>- Cerro Gordo, Colorado</li></ul>

## 2. Información técnica

### 2.1. Marco teórico

Las Floraciones Algales Nocivas (FAN), también conocidas como mareas rojas, se forman por la reproducción masiva de microorganismos pigmentados tales como las microalgas, ciliados y bacterias. Éstas son percibidas como dañinas por sus efectos adversos para la salud pública, la maricultura, las pesquerías y el turismo (Reguera 2002). Con el paso de los años, estos fenómenos han aumentado en frecuencia e intensidad, originando problemas ambientales y socio-económicos muy serios alrededor del mundo (Anderson *et al.* 2001, Reguera 2002).

Los grupos microalgales que forman FAN son principalmente las diatomeas y los dinoflagelados (Okaichi 2003), las cuales pueden ser nocivas o tóxicas:

- Las nocivas por ejemplo, pueden ocasionar disminución de oxígeno en la columna de agua, producir mucus, bloquear los tejidos de las branquias de los peces y otros organismos (Anderson *et al.* 2001).
- Las productoras de sustancias tóxicas, como su nombre lo indica pueden producir toxinas muy potentes que afectan aves, peces, mamíferos marinos e incluso ocasionar que los moluscos y los peces sean tóxicos para el humano (Suárez & Guzmán 1998). En este último caso, las toxinas son acumuladas en la carne de organismos filtradores como los moluscos bivalvos (almejas, mejillones, ostras, ostiones, vieiras) que luego son consumidos por el humano, produciendo intoxicaciones de tipo paralizante (PSP), amnésicas (ASP), diarreicas (DSP), neurotóxicas (NSP), entre otras (Anderson *et al.* 2001). En casos de intoxicación extrema (toxinas paralizantes) las personas pueden morir por fallo cardiorrespiratorio.

Los resultados de investigaciones que se realizan en el Laboratorio de Fitoplancton Marino, han demostrado que las floraciones algales son muy comunes en el Golfo de Nicoya, se pueden presentar tanto en la época seca como en época lluviosa. Los dinoflagelados, son generalmente los principales responsables de estos eventos, sin embargo, también se han presentado FAN de algunas diatomeas y cianobacterias.

En el 2003, se observó una floración del dinoflagelado nocivo *Cochlodinium cf. catenatum*, provocando mortalidad masiva del pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) cultivado en jaulas. Además, en las personas que se encontraban cerca de la costa, les provocó náuseas e irritación en la piel, ojos y garganta. En el 2007, se observó otra floración con una duración de 57 días, causando daños muy

severos al turismo, la maricultura y las pesquerías con mortalidad de peces. En el 2012, se registró la floración más intensa hasta la fecha, con un período de 95 días, afectando nuevamente a la maricultura (mortalidad de peces) y el turismo (Calvo *et al.* 2016).

Después de la floración algal tóxica de 2000, en la cual se registraron 64 casos de personas intoxicadas por el consumo de moluscos bivalvos contaminados con toxinas paralizantes, se reactivó en 2001 la “Comisión Interinstitucional para la Prevención y Control de la Marea Roja en Costa Rica”, conformada por representantes del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) a través del Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios (LANASEVE-SENASA), el Ministerio de Salud, la Universidad Nacional (UNA) a través del Laboratorio de Fitoplancton Marino (LFM), la Caja Costarricense del Seguro Social (C.C.S.S.) y la Universidad de Costa Rica (UCR). Con la responsabilidad de coordinar acciones para la prevención y control de los efectos de las floraciones algales nocivas y recomendar a las autoridades competentes las gestiones conjuntas necesarias para abordar el problema y la atención del evento (Comisión Interinstitucional para la Prevención y Control de la Marea Roja en Costa Rica 2010).

Por lo expuesto anteriormente, la Dirección de la Escuela de Ciencias Biológicas (ECB) de la Universidad Nacional, firmó un acuerdo de compromiso con el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) y el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en el cual la ECB se comprometió en mantener el muestreo del fitoplancton nocivo y de FAN a través de las actividades de investigación y extensión que se desarrollan en el Laboratorio de Fitoplancton Marino (LFM) en la Estación de Biología Marina Juan Bertoglia Richards.

En el LFM, los indicadores se generan continuamente por representar riesgos a la salud pública de la población costarricense. El fitoplancton nocivo se muestrea cada dos semanas en 9 estaciones fijas de muestreo en el Golfo de Nicoya, sin embargo se intensifica cuando hay presencia de microalgas que podrían en riesgo la salud pública y/o los sistemas productivos y durante los eventos de FAN. Por lo tanto, este laboratorio se ha convertido en un laboratorio de referencia nacional, porque los indicadores generados se toman como referencia para la toma de decisiones de los sectores nacionales: salud, maricultura, pesca y turismo, quienes consideran de gran relevancia el aporte de la Universidad Nacional a esta problemática, que cada día afecta más a la población costarricense, especialmente a las comunidades costeras.

## 2.2. Metodología de cada indicador

Para el análisis del fitoplancton nocivo, 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 9 estaciones fijas de muestreo (Figura 1): Isla Pajarita, Muelle de Puntarenas, Bahía Caldera, Tárcoles, y en cinco sistemas de cultivo de la ostra japonesa (*Crassostrea gigas*): Isla Cedros, Punta Cuchillo, Costa de Pájaros, Puerto Palito de la isla Chira y Cerro Gordo de Colorado. Sin embargo, los muestreos se intensifican durante los eventos FAN y/o presencia de microalgas tóxicas.

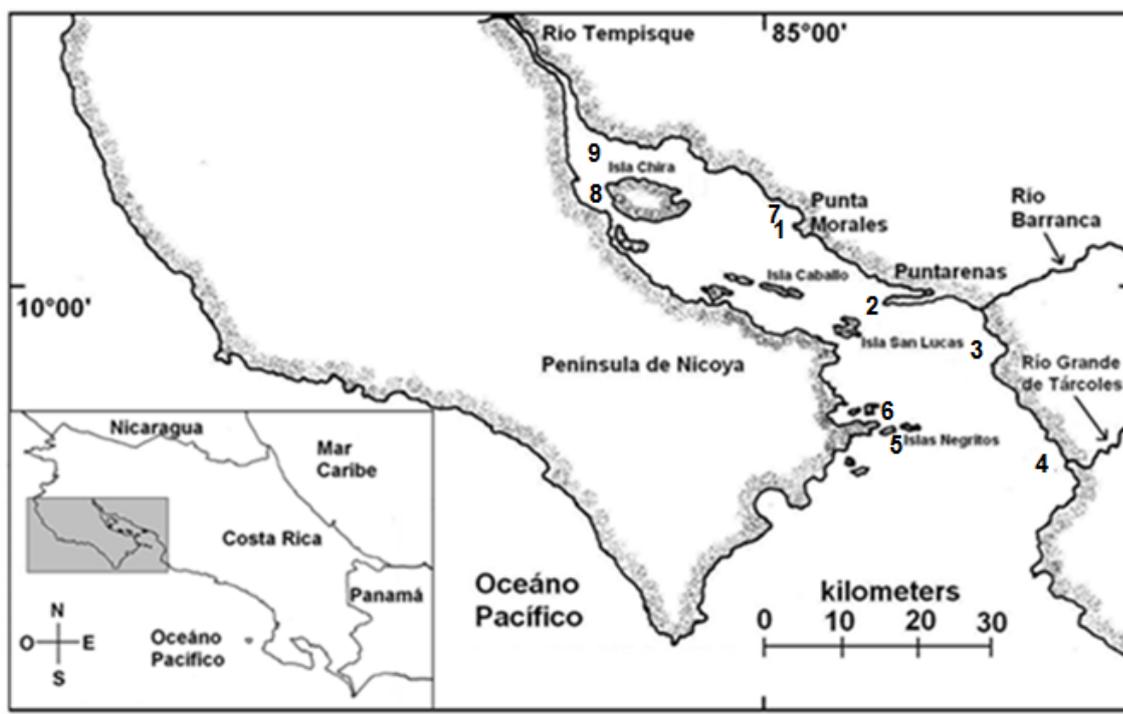


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en el Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica: (1) Isla Pajarita, (2) Muelle Puntarenas, (3) Bahía Caldera, (4) Tárcoles, (5) Isla Cedros, (6) Punta Cuchillo, (7) Costa de Pájaros, (8) Puerto Palito y (9) Cerro gordo.

Para obtener los indicadores (número células por litro de agua marina por especie), se identifican taxonómicamente y cuantifican las microalgas tóxicas: *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*, *Gymnodinium catenatum*, y el dinoflagelado potencialmente tóxico *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense*. Además, los dinoflagelados nocivos: *Cochlodinium cf. catenatum* y *Alexandrium monilatum*.

#### 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 de la muestra de agua marina, se coloca en una cámara de conteo Sedgewick-Rafter y se realizan los conteos de las microalgas nocivas por especie. Si la muestra contiene muy poco material, 1 ml de agua no será suficiente para hacer una buena estimación del número de microorganismos, por lo que la determinación de la concentración celular se realiza a través del método Utermöhl con columnas de 10 mL, se deja sedimentar por lo menos 12 horas y luego se determina el número de células por litro de agua marina (células/L) mediante una regla de tres. En ambos métodos el análisis de fitoplancton nocivo se realiza por duplicado.

### 2.3. Indicador

Durante el período 1 de julio al 31 de diciembre de 2016, en las nueve estaciones de muestreo no se registraron los dinoflagelados productores de toxinas paralizantes *Alexandrium monilatum* y *P. bahamense* var. *compressum* ni la variedad *bahamense*.

El dinoflagelado productor de toxinas diarreicas *Dinophysis caudata*, en las estaciones: Caldera, Isla Cedros, Punta Cuchillo y Costa de Pájaros presentó una concentración máxima de 100 células/L a 1m de profundidad, mientras que a 5m de profundidad la concentración más alta fue de 200 células/L en la estación Isla Cedros (Figura 1).

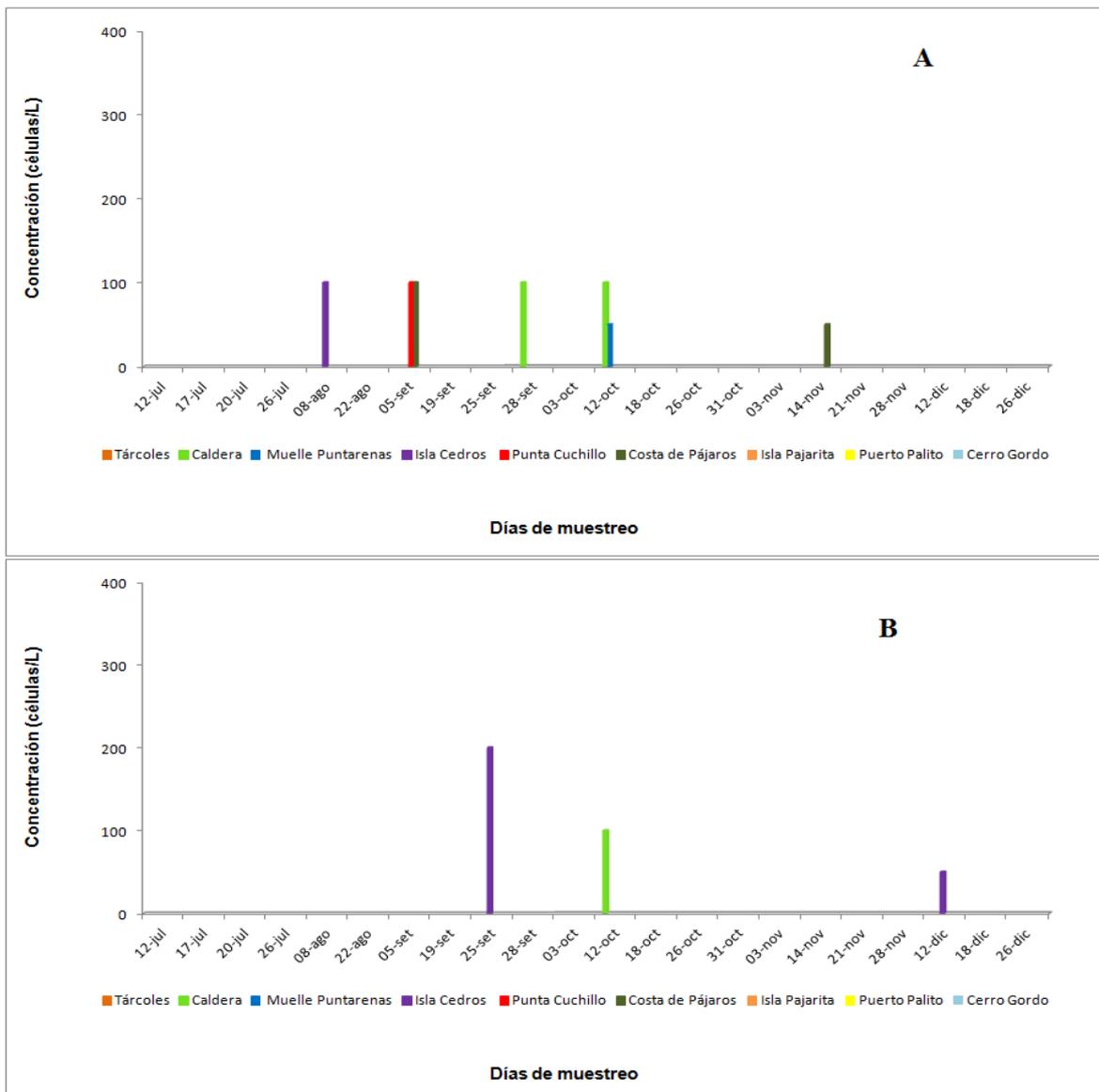


Figura 1. Concentración (células/L) del dinoflagelado *Dinophysis caudata* a 1 m (A) y 5 m (B) de profundidad durante el período 1 julio-31 diciembre 2016. Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa

Rica.

La concentración más alta del dinoflagelado nocivo *Cochlodinium polykrikoides* durante el presente período se observó el 03 de noviembre, con una concentración de 86100 células/L a 1m de profundidad en Punta Cuchillo; a 5m de profundidad se presentó una concentración máxima de 87250 células/L en Isla Cedros (Figura 2).

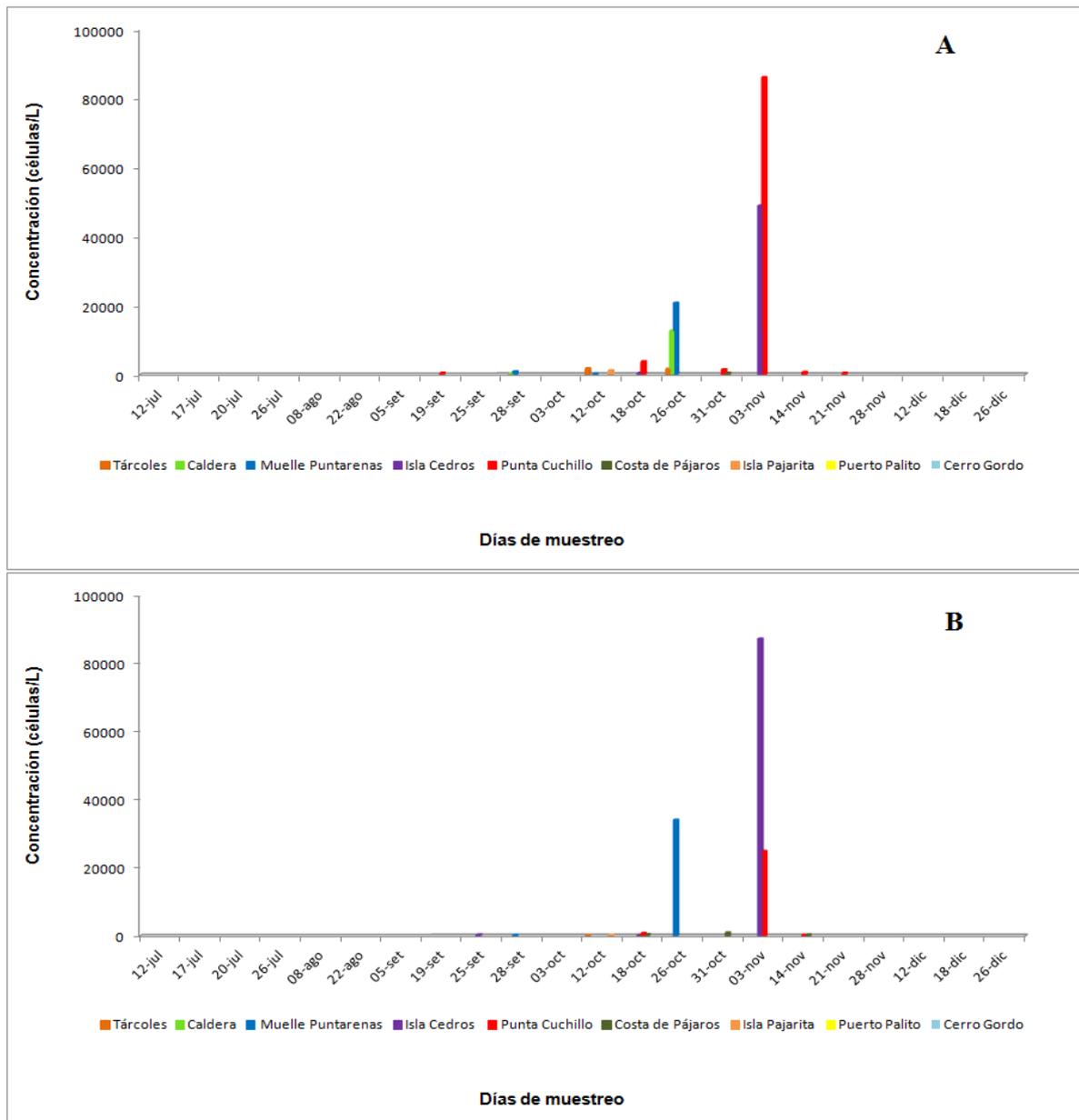


Figura 2. Concentración (células/L) del dinoflagelado nocivo *Cochlodinium polykrikoides* a 1 m (A) y 5 m (B) de profundidad durante el período 1 julio-31 diciembre 2016. Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica.

Las concentraciones máximas del dinoflagelado tóxico *G. catenatum* se observaron el 26 de octubre, con una concentración de 13900 células/L a 1m de profundidad en la estación de Tárcoles y 6100 células/L a 5m de profundidad en el Muelle de Puntarenas (Figura 3).

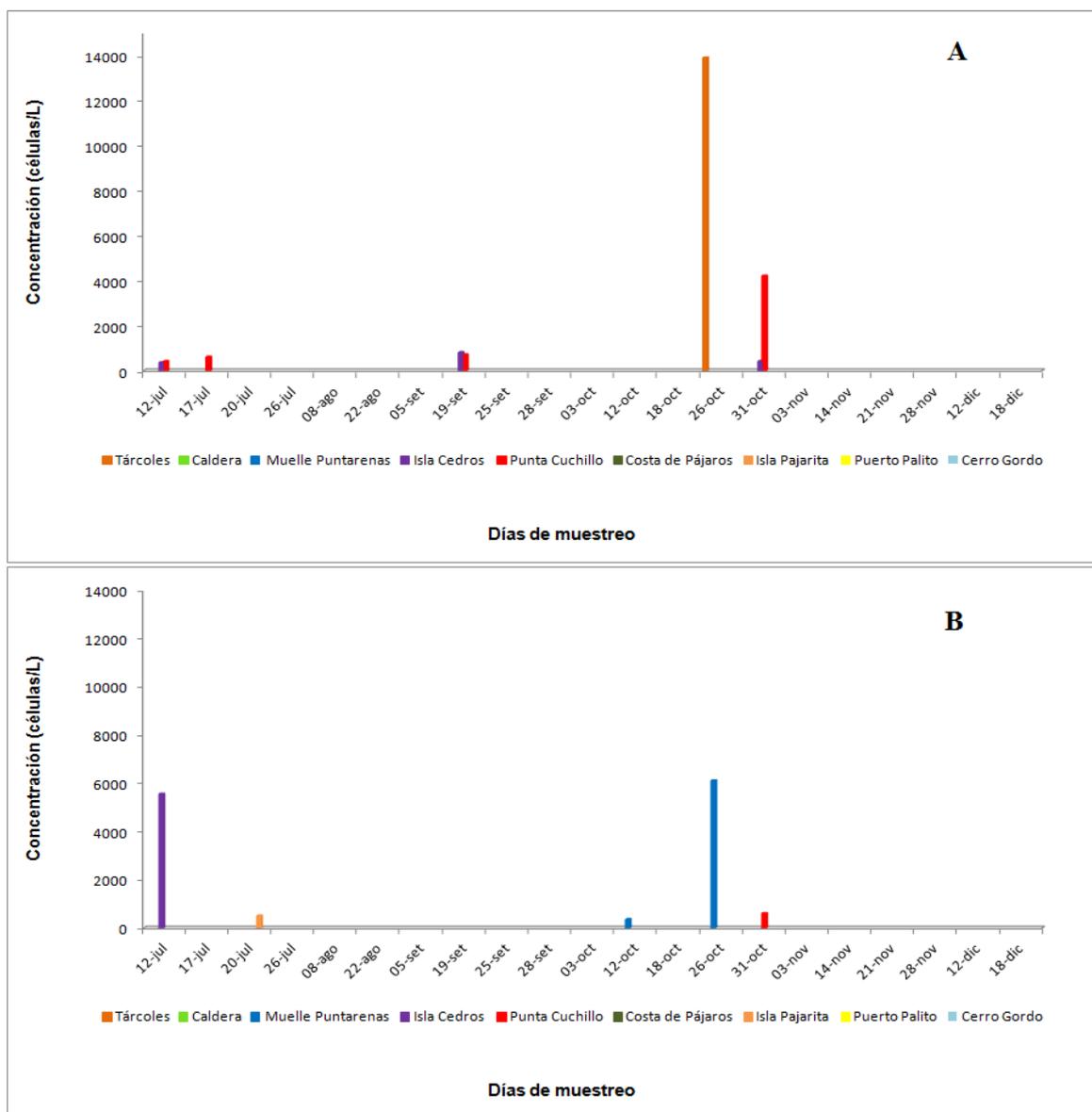


Figura 3. Concentración (células/L) del dinoflagelado tóxico *G. catenatum* a 1 m (A) y 5 m (B) de profundidad durante el período 1 julio-31 diciembre 2016. Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica.

Para el dinoflagelado nocivo *Akashiwo sanguinea*, las concentraciones más elevadas se determinó el 26 de octubre en la estación de muestreo de Tárcoles con una concentración de 5050 células/L a 1m de profundidad y el 12 de octubre a 5m de profundidad una concentración de 800 células/L en Caldera (Figura 4).

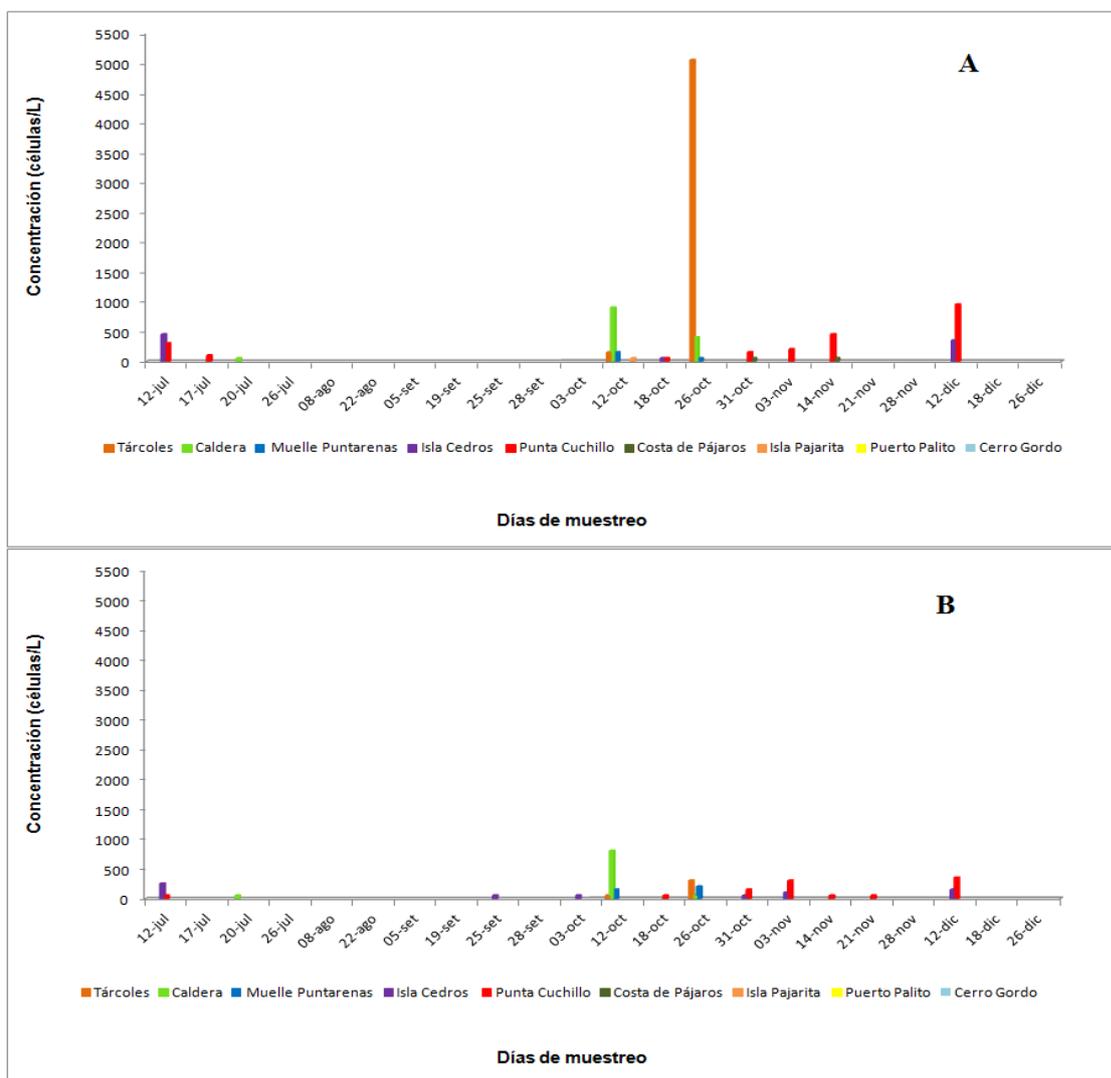


Figura 4. Concentración (células/L) del dinoflagelado nocivo *A. sanguinea* a 1 m (A) y 5 m (B) de profundidad durante el período 1 julio-31 diciembre 2016. Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica.

## 2.4. Interpretación del indicador

La Comisión Interinstitucional para la Prevención y Control de la Marea Roja en Costa Rica, estableció medidas preventivas basadas en las concentraciones celulares de los dinoflagelados productores de toxinas paralizantes: *P. bahamense* var. *compressum* y *G. catenatum* (Cuadro 1).

Cuando se registran concentraciones de *P. bahamense* var. *compressum*  $>200 \leq 2000$  células/L, se declara alerta amarilla a roja, la frecuencia de los muestreos son semanales o más frecuentes. Si las concentraciones son  $>2000$  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.

Para *G. catenatum* la alerta amarilla a roja es declarada cuando las concentraciones son  $>1000 \leq 2000$  células/L, los muestreos de agua marina y carne de moluscos serán semanales o más frecuentes. Si las concentraciones son 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. *compressum* y *Gymnodinium catenatum* y las medidas preventivas recomendadas.

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

### Referencias bibliográficas

- 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. 268 pp.
- 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. 45 pp.
- Cortés-Lara M., Cortés-Altamirano R. & Sierra-Beltran 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.
- Kudela R.M. & C.J. Gobler. 2012. Harmful dinoflagellate blooms caused by *Cochlodinium sp.*: Global expansion and ecological strategies facilitating bloom formation. Harmful Algae, 14: 71-86.
- Okaichi, T. 2003. Red-Tide Phenomena. In: Red Tide. Okaichi, T. (Ed.). Ocean Science Research, Volume 4. TERRAPUB / Kluwer. Tokyo, Japan. 439 pp.
- 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.
- Suárez B. & Guzmán L. 1998. Floraciones de Algas Nocivas. Mareas Rojas y Toxinas Marinas. Editorial Universitaria. 77 pp.

