



## Conference Paper

# Monitoreo de Dinoflagelados Causantes de Ciguatera en las Aguas de Punta Galeta, Colón, Panamá

Alexander González, José Fábrega, and Kathia Broce

Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, Panamá

## Abstract

The oceans are the key to the conservation of life and are the connection for ecosystems and the world market. Humans are attracted to the coastal zones because of the many benefits it offers us, the main one being fishing. Through the products of the sea that we consume, we can be contaminated with toxins that produce aquatic microorganisms called dinoflagellates that in turn can cause ciguatera disease. In Panama within the Protected Landscape of Punta Galeta, an investigation is being carried out from June 2016 to date and three genera of dinoflagellates have been found that can cause this disease (Gambierdiscus, Procentrum and Ostreopsis), the first being the most abundant. The data obtained from pH in the field range from 8.02 to 8.63 being of little variation, whereas in the laboratory analyzes for these same five points data have been obtained in a range of 7.89 to 8.33. Both results indicate that the pH conditions for Punta Galeta are good since previous studies determine that seawater has a stable pH of 7-9 units, with 8 units being the normal surface value.

Corresponding Author:

Alexander González  
alexander.gonzalez8@utp  
.ac.pa

Received: 15 November 2017

Accepted: 5 January 2018

Published: 4 February 2018

Publishing services provided  
by Knowledge E

© Alexander González  
et al. This article is distributed  
under the terms of the  
Creative Commons Attribution  
License, which permits  
unrestricted use and  
redistribution provided that  
the original author and source  
are credited.

Selection and Peer-review  
under the responsibility of the  
ESTEC Conference Committee.

**Keywords:** Ciguatera, dinoflagellates, shellfish, pH, algae.

## Resumen

Los océanos son la clave para la conservación de la vida y son la conexión para los ecosistemas y el mercado mundial. Los seres humanos somos atraídos a las zonas costeras por los múltiples beneficios que nos brinda, siendo el principal la pesca. A través de los productos del mar que consumimos, podemos resultar contaminados con toxinas que producen unos microorganismos acuáticos llamados dinoflagelados que a su vez pueden causar la enfermedad ciguatera. En Panamá dentro el Paisaje Protegido de Punta Galeta se está realizando una investigación desde junio 2016 hasta la fecha y se han encontrado tres géneros de dinoflagelados que pueden causar esta enfermedad (Gambierdiscus, Procentrum y Ostreopsis), siendo el primero el más abundante. Los datos obtenidos de pH en campo van en un rango de 8.02 hasta 8.63 siendo estos de poca variación, mientras que en los análisis de laboratorio para estos mismos cinco

## OPEN ACCESS

puntos se han obtenido datos en un rango de 7.89 a 8.33. Ambos resultados indican que las condiciones de pH para Punta Galeta son buenas ya que estudios previos determinan que el agua de mar presenta, de forma estable, pH comprendido entre 7-9 unidades, siendo 8 unidades el valor normal en superficie.

**Palabras claves:** Ciguatera, dinoflagelados, mariscos, pH, algas.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Los océanos del mundo son la clave para la conservación de la vida en el planeta y son el medio por donde se conecta el comercio mundial (UN, 2012). El ser humano es atraído a las zonas costeras por los múltiples beneficios que estas le proporcionan siendo lo principal la actividad de la pesca (Thurman y Trujillo, 2004). Según datos de la FAO, la pesca ha ido en aumento constante en las últimas décadas al punto que las pescas han superado los niveles de crecimiento poblacional mundial (FAO, 2014).

Los peces pueden adquirir toxinas al alimentarse de dinoflagelados que se adhieren a la superficie de los corales, microalgas, pastos marinos, raíces manglares e inclusive en granos de arena (Field et al, 2008). Los dinoflagelados pertenecen a un grupo de plancton principalmente marino con unas 2000 especies conocidas y con tamaño que puede variar desde 20 a 500  $\mu\text{m}$  (Llorente y Cereceda, 2001; Gómez, 2005). Sus hábitats pueden ser muy variados como aguas continentales, polares, hielo marino, nieve o en pozas de marea de zonas intermareales, y como endosimbiontes y parásitos de muchas especies (Taylor, 1987; Acleto y Zúñiga, 1998; Graham y Wilcox, 2000; Taylor et al., 2008).

La intoxicación por ciguatera se produce principalmente en las regiones de aguas tropicales y subtropicales asociada por lo general con hábitats de arrecifes de coral y es particularmente frecuente en las zonas que han experimentado alguna forma de alteración de los ecosistemas (Northern Territory Government, 2006). Algunos ejemplos de esto pueden ser contaminación de la industria, la agricultura y efluentes humanos; daños a los arrecifes a causa de ciclones y decoloración de los corales provocados por el aumento de las temperaturas del agua a través de los insidiosos efectos del cambio climático (Lewis y King, 1996). La cadena de envenenamiento con ciguatera comienza cuando animales herbívoros consumen los dinoflagelados y sus toxinas, concentran y transforman las toxinas en sus cuerpos, y las pasan a eslabones

más altos en las cadenas tróficas, usualmente con más acumulación y concentración acompañando a cada paso (Bruslé, 1997).

Se descubrió que el principal agente productor de ciguatera es un género de dinoflagelados denominado como *Gambierdiscus* (Adachi y Fukuyo, 1979). Posteriormente se demostró que la producción de toxinas se extendía a otras especies bentónicas e incluía los géneros *Prorocentrum*, *Ostreopsis*, *Coolia* y *Amphidinium* (Yasumoto et al., 1987). Las ciguatoxinas son moléculas relativamente estables al calor ya que conservan su toxicidad luego de la cocción y de exponerse a condiciones ácidas o básicas suaves (Lehane, 2000; Lehane y Lewis, 2000). Actualmente, la ciguatera es el tipo, a nivel mundial, más común de intoxicación alimentaria causada por frutos de mar, estimándose que mundialmente entre 10 000 a 50 000 personas sufren anualmente de la enfermedad que conforma un problema sanitario global (Lehane, 2000; De Fouw et al., 2001).

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. ÁREA DE ESTUDIO

Punta Galeta tuvo un papel importante para los Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial, cuando sirvió como un lugar importante para el reconocimiento del pentágono (STRI, 2010). Posteriormente, a través de la Resolución AG-0299-2004, de 2 de agosto de 2004, el administrador de la Autoridad Nacional de Ambiente de Panamá, aprueba el Plan de Manejo del Paisaje Protegido Isla Galeta (Batista de Vega, 2015). Las coordenadas geográficas de cada uno de estos puntos de muestreo son: PG1 ( $9^{\circ} 24'6.88''$  N /  $79^{\circ} 51'39.72''$  O), PG2 ( $9^{\circ} 24'7.08''$  N /  $79^{\circ} 51'39.65''$  O), PG3 ( $9^{\circ} 24'7.47''$  N /  $79^{\circ} 51'39.52''$  O), PG4 ( $9^{\circ} 24'7.63''$  N /  $79^{\circ} 51'39.65''$  O) y PG5 ( $9^{\circ} 24'7.70''$  N /  $79^{\circ} 51'39.81''$  O).

### 2.2. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Se utiliza un muestreo por sustrato artificial que consiste en piezas de mallas de nylon que se cortan en rectángulos de 10,2 cm X 15,2 cm. Cada malla se une a una línea de monofilamento de pesca y se suspende dentro de la columna de agua aproximadamente a unos 20 cm del fondo del mar utilizando un peso y una pequeña boya. Se dejan incubar durante un periodo de 24 horas antes de ser recuperadas. En la recuperación de las muestras se utilizan bolsas Ziploc de 1 gal, colocando las mallas dentro de las bolsas

con un poco de agua de mar luego de ser retiradas suavemente del monofilamento de pesca, todo este proceso bajo el agua. En cuanto a las muestras por macrófitos, estos se toman cercanos al área donde se colocan las mallas en bolsas Ziploc de 1 gal con un poco de agua de mar (Tester et al., 2014).

También se miden algunos parámetros como potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto y conductividad en los cinco puntos antes mencionados con una sonda multiparamétrica HACH. Otras muestras de agua de mar son tomadas en unas botellas de 1 L para ser analizadas en el laboratorio (Dickson et al., 2007).

### 2.3. ANÁLISIS DE MUESTRAS

Un aproximado al 20% del agua de mar de cada bolsa se vierte a través de un tamiz de 300  $\mu\text{m}$  hacia una probeta graduada de 1 L. La bolsa se cierra y se agita para desalojar los dinoflagelados unidos al sustrato (artificial o macrófitos). El homogeneizado restante se vierte a través del tamiz en la probeta y se registra el volumen total. Los especímenes de macrófitos se reservan para la determinación del peso; las mallas de muestreo se descartan y se utilizan nuevas para cada experimento (Tester et al., 2014). El volumen total se filtra a través de una malla de nylon con tamaño de poro de 20  $\mu\text{m}$  hacia un matraz kitasato con embudo para recoger las células de dinoflagelados. Luego la malla de 20  $\mu\text{m}$  se transfiere a un tubo con tapa de rosca de 45 ml que contiene agua de mar filtrada en la malla de 300  $\mu\text{m}$  y la muestra se conserva con 1-2 gotas de una solución neutra de yodo de Lugol (Thronsen, 1995). Las abundancias celulares de los dinoflagelados en cada muestra en malla o macrófitos se determinan utilizando conteos en microscopía.

De cada una de las botellas plásticas de 1 L se toman cinco muestras de 20 ml de agua de mar y se colocaron en celdas de 20 ml. Se miden y registran las absorbancias en tres longitudes de onda (730 nm, 578 nm y 434 nm). Luego se añade aproximadamente 0,3  $\text{cm}^3$  (300  $\mu\text{l}$ ) de colorante concentrado púrpura de m-cresol ( $\sim 2 \text{ mmol dm}^{-3}$ ) a cada celda y se agita para mezclar el agua de mar y el tinte. Por último, se regresan las celdas al espectrofotómetro y otra vez se miden las absorbancias a las tres longitudes de onda utilizadas anteriormente (Dickson et al., 2007).

## 3. RESULTADOS PRELIMINARES

En el período de agosto 2016 a febrero 2017 se han podido identificar 3 géneros de dinoflagelados que causan la ciguatera los cuales son *Gambierdiscus*, *Prorocentrum* y

*Ostreopsis*, siendo el primero el más abundante (ver Figura No. 1). En comparación de ambos sustratos los resultados indican que estos organismos tienen una preferencia por adherirse a medios artificiales ya que las muestras obtenidas en las mallas representan el mayor porcentaje de los organismos encontrados en todos los meses.

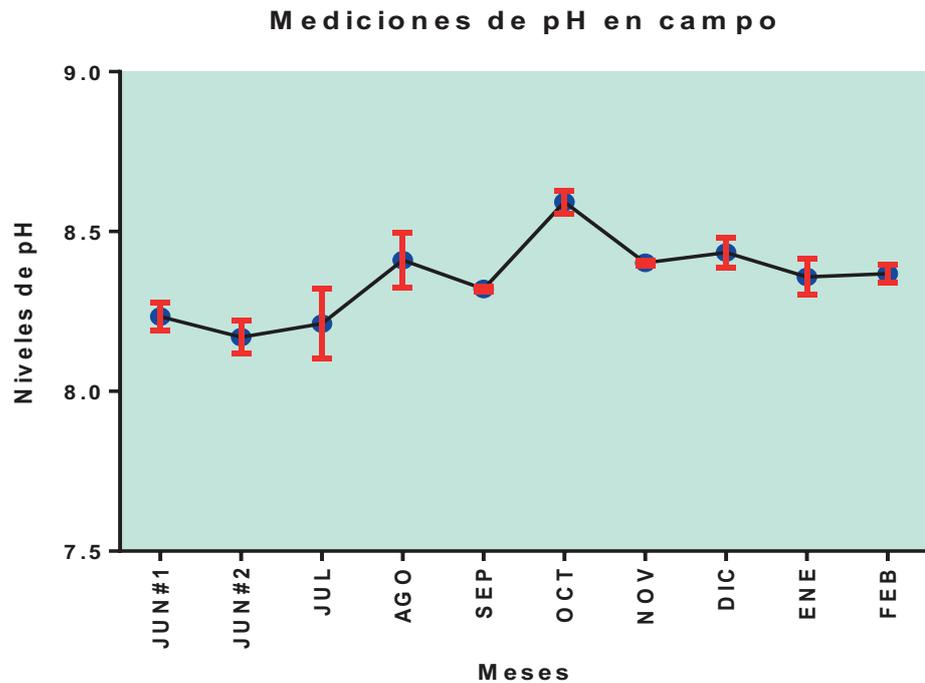


**Figura 1:** Ejemplar del género *Gambierdiscus* encontrado en Punta Galeta, Colón.

En los nueve meses que se han muestreado se han obtenido datos de pH en campo que van en niveles de 8.02 hasta 8.63 (ver Figura No.2) siendo estos de poca variación, mientras que en los análisis de laboratorio para estos mismos cinco puntos se han obtenido datos en un rango de 7.89 a 8.33. Ambos resultados indican que las condiciones de pH para Punta Galeta son buenas ya que según (Ruiz et al., 1994) el agua de mar presenta, de forma estable, pH comprendido entre 7-9 unidades, siendo 8 unidades el valor normal en superficie.

Los datos obtenidos en los nueve meses muestran una variabilidad en los resultados de conductividad con un rango de 46.64 mS/cm hasta 55.68 mS/cm. De junio a septiembre los datos se encuentran muy cerca de lo regular que debe presentar el agua marina ya que según la (ASTM, 1994), la conductividad del agua marina se encuentra por lo regular en 53 000  $\mu$ S/cm (53mS/cm), sin embargo, los meses posteriores han presentado un bajón.

Los resultados de oxígeno disuelto para las mediciones de los nueve meses en campo muestran un rango de 9.07 mg/l hasta 13.71 mg/l. Según Goyenola 2007, en un rango de 8 mg/l a 12 mg/l se considera que las aguas son buenas y adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos, lo que indica que el lugar presenta condiciones positivas en cuanto a este parámetro.



**Figura 2:** Variación en los niveles de pH medidos en campo de junio 2016 hasta febrero 2017 en Punta Galeta, Colón.

## Referencias

- [1] Acleto, C. y Zúñiga, R. (1998). *Introducción a las algas*. Editorial Escuela Nueva S.A., Lima, 383 p.
- Adachi, R. y Fukuyo, Y. (1979). The thecal structure of the marine dinoflagellate *Gambierdiscus toxicus* gen. et sp. nov. collected in a ciguatera endemic area. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 45: 67–71.
- [2] ASTM. (1994). *Determinación de Conductividad eléctrica del agua. Método ASTM D 1125-91*. Annual book of Standards. American Society for testing and Materials.
- [3] Batista de Vega, G. (2015). *Defendamos Isla Margarita "Patrimonio Natural e Histórico de Colón, Panamá"*. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios* 2 (1): 45-81.
- [4] Bruslé, J. (1997). *Ciguatera fish poisoning: A review. Sanitary and economic aspects*. Les Editions, INSERM, Paris.
- [5] De Fouw, J.C., Van Egmond, H.P. y Speijers, G.J.A. (2001). *Ciguatera fish poisoning: a review*. RIVM Report No.388802021, 64 p.
- [6] Dickson, A.G., Sabine, C.L. and Christian, J.R. (Eds.) (2007). *Guide to best practices for ocean CO<sub>2</sub> measurements*. PICES Special Publication 3, 191 pp.

- [7] FAO. (2014). El estado mundial de la pesca y la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 253 p.
- [8] Field, J., Calderón, R. y Rábago, G. (2008). Intoxicación por ciguatera. *Bol Clin Hosp Infant Edo Son* 2008; 25(2): 95-98.
- [9] Gómez, F. A. (2005). List of dinoflagellates in the world's oceans. *Acta Botánica Croatica* 64 (1): 129-212.
- [10] Goyenola, G. (2007). Guía para la utilización de las Valijas Viajeras – Oxígeno Disuelto. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. 3 p.
- [11] Graham, I.E. y Wilcox, L.W. (2000). *Algae*. Prentice Hall, Upper Saddle River, Estados Unidos. 640 p.
- [12] Lehane, L. (2000). Ciguatera update. *Med. J. Aust.* 172(4): 176-179.
- [13] Lehane, L. y Lewis, R.J. (2000). Review Ciguatera: recent advances but the risk remains. *Int. J. Food Microbiol.* 61: 91-125.
- [14] Lewis, R.J. y King, G.K. (1996). Ciguatera (fish poisoning). In *Venomous and poisonous marine animals: A medical and biological handbook*, JAH. Williamson et al, eds. University of New South Wales Press, Sydney.
- [15] Llorente, M. y Cereceda, I. (2001). Dinoflagelados. *Micropaleontología*, 2000 – 2001. 12 p.
- [16] Northern Territory Government. (2006). Ciguatera Poisoning. *Fishnote* N° 41, 6 p.
- [17] Ruiz, A., Buceta, J., Sierra, J. y Lloret, A. (1994). *Calidad del Medio Litoral*. Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC). Centro de Estudios y experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, España.
- [18] STRI. (2010). Galeta History. Smithsonian Tropical Research Institute. [http://www.stri.org/english/visit\\_us/galeta/history.php](http://www.stri.org/english/visit_us/galeta/history.php)
- [19] Taylor, F.J.R. (1987). *The biology of dinoflagellates*. Bot. Monogr., 21. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 785 p.
- [20] Taylor, F.J.R., Hoppenrath, M. y Saldarriaga, J.F. (2008). Dinoflagellate diversity and distribution. *Biodivers. Conserv.*, 17: 407-418.
- [21] Tester, P.A., Kibler, S.R., Holland, W.C., Usup, G., Vandersea, M.W., Leaw, C.P., Teen, L.P., Larsen, J., Mohammad-Noor, N., Faust, M.A. y Litaker, R.W. (2014). Sampling harmful benthic dinoflagellates: Comparison of artificial and natural substrate methods. *Harmful Algae* 39 (2014) 8-25.

- [22] Throndsen, J. (1995). Estimating cell numbers. In: Hallegræff, G.M., Anderson, D.M., Cembella, A.D., Enevoldsen, H.O. (Eds.), IOC Manuals and Guides No. 33: Manual on Harmful Marine Microalgae. UNESCO, Paris, pp. 63–80.
- [23] Thurman, H. y Trujillo A. (2004). Introductory Oceanography. Pearson-Prentice Hall, New Jersey, 608 p.
- [24] UN. (2012). Pacto de los océanos, océanos sanos para la prosperidad. Naciones Unidas, 7 p.
- [25] Yasumoto, T., Seino, N., Murakami, Y. y Murata, M. (1987). Toxins produced by benthic dinoflagellates. Biol. Bull. 172: 128-131.

## Authorization and Disclaimer

*Authors authorize ESTEC to publish the paper in the conference proceedings. Neither ESTEC nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*