

Monitoreo de dinoflagelados causantes de ciguatera en las aguas de Punta Galeta, Colón, Panamá.

Lic. Alexander González Macías, Dr. José Fábrega, Dra. Kathia Broce

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, alexander_gon05@hotmail.com, jose.fabrega@utp.ac.pa, kathia.broce@utp.ac.pa

Resumen– Los océanos son la clave para la conservación de la vida y proveen al ser humano de múltiples recursos siendo el principal la pesca. A través de los productos del mar el ser humano puede contaminarse por unos microorganismos acuáticos conocidos como dinoflagelados que a su vez pueden causar una enfermedad conocida como ciguatera. En Panamá dentro el Paisaje Protegido de Punta Galeta se han estado realizando estudios y se han encontrado 3 géneros de dinoflagelados que pueden causar esta enfermedad.

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

I. 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 Ref. [1]. 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 Ref. [2]. 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 Ref. [3].

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 Ref. [4]. 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 μm Ref. [5] y [6]. 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 Ref. [7], [8], [9] y [10]. 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 Ref. [11]. 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 Ref. [12]. 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 Ref. [13].

Se descubrió que el principal agente productor de ciguatera es un género de dinoflagelados denominado como *Gambierdiscus* Ref. [14]. Posteriormente se demostró que la

producción de toxinas se extendía a otras especies bentónicas e incluía los géneros *Prorocentrum*, *Ostreopsis*, *Coolia* y *Amphidinium* Ref. [15]. 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 Ref. [16] y [17]. 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 Ref. [16] y [18].

II. 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 Ref. [19]. 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 Ref. [20]. Las coordenadas geográficas de cada uno de estos puntos de muestreo son: PG1 (9°24'6.88" N / 79°51'39.72" O), PG2 (9°24'7.08" N / 79°51'39.65" O), PG3 (9°24'7.47" N / 79°51'39.52" O), PG4 (9°24'7.63" N / 79°51'39.65" O) y PG5 (9°24'7.70" N / 79°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 Ref. [21].

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 Ref. [22].

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 μm 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 Ref. [21]. El volumen total se filtra a través de una malla de nylon con tamaño de poro de 20 μm hacia un matraz kitasato con embudo para recoger las células de dinoflagelados. Luego la malla de 20 μm se transfiere a un tubo con tapa de rosca de 45 ml que contiene agua de mar filtrada en la malla de 300 μm y la muestra se conserva con 1-2 gotas de una solución neutra de yodo de Lugol Ref. [23]. 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 cm^3 (300 μl) 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 Ref. [22].

III. 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.

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

Digital Object Identifier: (to be inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

Ref. [24].

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 $\mu\text{S/cm}$ (53 mS/cm), sin embargo los meses posteriores han presentado un bajón Ref. [25].

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 Ref. [26].

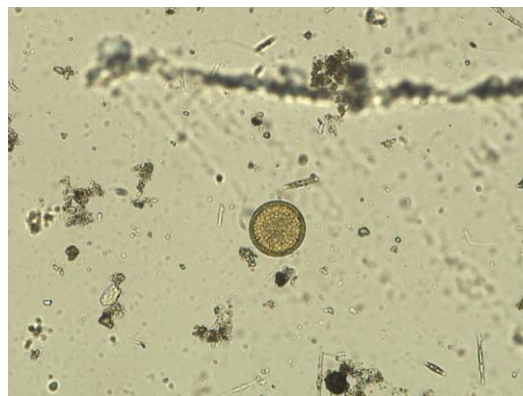


Figura No. 1. Ejemplar del género *Gambierdiscus* encontrado en Punta Galeta, Colón.

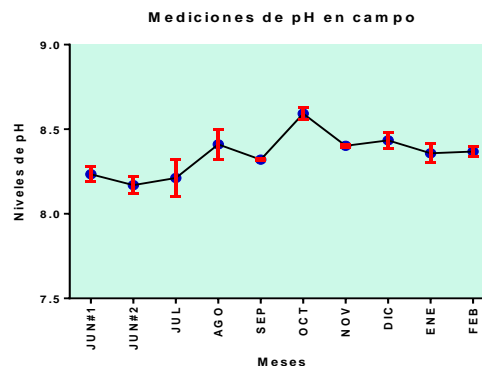


Figura No. 2. Variación en los niveles de pH medidos en campo de junio 2016 hasta febrero 2017 en Punta Galeta, Colón.

REFERENCIAS

- [1] UN. Pacto de los océanos, océanos sanos para la prosperidad. Naciones Unidas, 7 p, 2012.
- [2] Thurman, H. y Trujillo A. Introductory Oceanography. Pearson-Prentice Hall, New Jersey, 608 p, 2004.

- [3] FAO. El estado mundial de la pesca y la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 253 p, 2014.
- [4] Field, J., Calderón, R. y Rábago, G. Intoxicación por ciguatera. *Bol Clin Hosp Infant Edo Son* 2008; 25(2): 95-98, 2008.
- [5] Llorente, M. y Cereceda, I. Dinoflagelados. *Micropaleontología*, 2000 – 2001. 12 p, 2001.
- [6] Gómez, F. A list of dinoflagellates in the world's oceans. *Acta Botánica Croatica* 64 (1): 129-212, 2005.
- [7] Taylor, F.J.R. The biology of dinoflagellates. *Bot. Monogr.*, 21. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 785 p, 1987.
- [8] Acleto, C. y Zúñiga, R. Introducción a las algas. Editorial Escuela Nueva S.A., Lima, 383 p, 1998.
- [9] Graham, I.E. y Wilcox, L.W. *Algae*. Prentice Hall, Upper Saddle River, Estados Unidos. 640 p, 2000.
- [10] Taylor, F.J.R., Hoppenrath, M. y Saldarriaga, J.F. Dinoflagellate diversity and distribution. *Biodivers. Conserv.*, 17: 407-418, 2008.
- [11] Northern Territory Government. Ciguatera Poisoning. *Fishnote* N° 41, 6 p, 2006.
- [12] Lewis, R.J. y King, G.K. 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, 1996.
- [13] Bruslé, J. Ciguatera fish poisoning: A review. Sanitary and economic aspects. Les Editions, INSERM, Paris, 1997.
- [14] Adachi, R. y Fukuyo, Y. 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, 1979.
- [15] Yasumoto, T., Seino, N., Murakami, Y. y Murata, M. Toxins produced by benthic dinoflagellates. *Biol. Bull.* 172: 128-131, 1987.
- [16] Lehane, L. Ciguatera update. *Med. J. Aust.* 172(4): 176-179, 2000.
- [17] Lehane, L. y Lewis, R.J. Review Ciguatera: recent advances but the risk remains. *Int. J. Food Microbiol.* 61: 91-125, 2000.
- [18] De Fouw, J.C., Van Egmond, H.P. y Speijers, G.J.A. Ciguatera fish poisoning: a review. RIVM Report No.388802021, 64 p, 2001.
- [19] STRI. Galeta History. Smithsonian Tropical Research Institute, 2010. http://www.stri.org/english/visit_us/galeta/history.php
- [20] Batista de Vega, G. Defendamos Isla Margarita “Patrimonio Natural e Histórico de Colón, Panamá. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios* 2 (1): 45-81, 2015.
- [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. Sampling harmful benthic dinoflagellates: Comparison of artificial and natural substrate methods. *Harmful Algae* 39 (2014) 8–25, 2014.
- [22] Dickson, A.G., Sabine, C.L. and Christian, J.R. (Eds.) *Guide to best practices for ocean CO2 measurements*. PICES Special Publication 3, 191 pp, 2007.
- [23] Throndsen, J. Estimating cell numbers. In: Hallegraeff, 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, 1995.
- [24] Ruiz, A., Buceta, J., Sierra, J. y Lloret, A. *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, 1994.
- [25] ASTM. Determinación de Conductividad eléctrica del agua. Método ASTM D 1125-91. *Annual book of Standards*. American Society for testing and Materials, 1994.
- [26] Goyenola, G. Guía para la utilización de las Valijas Viajeras – Oxígeno Disuelto. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. 3 p, 2007.