

Presencia y abundancia de *Gambierdiscus* sp en Cayos Miskitos (RACCN), como indicador de riesgo potencial de ciguatera en la región

Presence and abundance of *Gambierdiscus* sp in Miskitos Cays (RAAN), as an indicator of potential risk of ciguatera in the region

¹Ninoska Fabiola Chow Wong †, ¹Marjorie Gabriela Hernández Rodríguez , ¹Jairo Luis López Palma 

¹ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua/ Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (UNAN-Managua/CIRA)

Resumen

El estudio se llevó a cabo a 50 km al noroeste de la Ciudad de Puerto Cabezas, Nicaragua, en la Reserva Biológica Marina Cayos Miskitos (período dic. 2017 - marzo 2019) dentro del área de arrecifes de coral, pastos marinos y macroalgas. Se recolectó un total de 16 muestras en tres puntos de muestreo. El material retenido en el filtro de 20 μm , fue analizado bajo el microscopio compuesto (identificación taxonómica y conteo por duplicado en la cámara de Sedgewick-Rafter) y los resultados de abundancia fueron expresados en organismos. cm^{-2} . Los resultados se encuentran limitados en la identificación de las especies, así como de estudios de toxicidad. Los géneros mejor representados en términos de abundancia numérica fueron: *Ostreopsis* y *Prorocentrum* con na media 309 y 343 organismos. 100 cm^{-2} respectivamente, los dos géneros restantes (*Gambierdiscus* y *Coolia*) registraron presencia ocasional y escasa con 4 y 1 organismos. 100 cm^{-2} respectivamente, lo cual no descarta la posibilidad de que sus especies sean productoras de ciguatoxina. Esta investigación representa para Cayos Miskitos y para toda la Costa Caribe de Nicaragua, el primer reporte sobre la presencia del dinoflagelado bentónico *Gambierdiscus* y géneros asociados al problema de ciguatera (*Prorocentrum*, *Ostreopsis* y *Coolia*), la cual es un tipo de intoxicación alimentaria en los humanos causada por el consumo de peces de arrecife que han bioacumulado ciguatoxinas a través de la cadena alimentaria. Esta información básica, permite la identificación de zonas potencialmente de riesgo y sirve como base para investigaciones futuras sobre ecología, fisiología, taxonomía y toxicología, encaminadas a la protección de la salud pública.

Presencia y abundancia de *Gambierdiscus* sp en Cayos Miskitos (RACCN) mediante el uso de sustratos artificiales, como indicador de riesgo potencial de ciguatera en la región. Este proyecto fue financiado por los Fondos para Proyectos de Investigación de la UNAN-Managua y el CIRA. Desarrollado en el periodo 2018 - 2020 bajo la línea de investigación: Ecosistemas marino costeros. Ninoska Fabiola Chow Wong, Marjorie Gabriela Hernández Rodríguez y Jairo Luis López Palma.

Recibido: 06/12/2025 | Aceptado: 04/06/2025 | Publicado: 01/07/2025

75

© 2025 por UNAN-Managua/CIRA licencia bajo [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Palabras claves: *Gambierdiscus*, ciguatera, Cayos Miskitos, sustratos artificiales

Abstract

This study was carried out 50 km northwest of Puerto Cabezas city, Nicaragua, in the Marine Biological Reserve Miskitos Cays (period dec. 2017 - march 2019) within the area of coral reefs, seagrasses and macroalgae, where the benthic dinoflagellate *Gambierdiscus* sp grows naturally. The objective of this study was to determine the presence and abundance of *Gambierdiscus* sp in Miskitos Cays (RACCN) through the use of artificial substrates (window screen), as an indicator of potential risk of ciguatera in the northern Caribbean region. A total of 16 samples were collected at three sampling points. The material retained in the 20 μm filter was analyzed under the compound microscope (taxonomic identification and duplicate counting in the Sedgewick-Rafter chamber) and the abundance results were expressed in organisms $\cdot\text{cm}^{-2}$. The results focused on species identification, as well as toxicity studies. In terms of numerical abundance, the best represented genus was: *Ostreopsis* and *Prorocentrum*, with an average of 309 and 343 organisms. 100 cm^{-2} respectively, the other two genus (*Gambierdiscus* and *Coolia*) registered occasional and scarce presence, with an average of 4 and 1 organisms. 100 cm^{-2} respectively, which does not exclude the possibility that their species are producers of ciguatoxin. This investigation represents for the Miskitos Cays and for the entire Caribbean Coast of Nicaragua, the first report on the presence of the benthic dinoflagellate *Gambierdiscus* and genus associated with the ciguatera problem (*Prorocentrum*, *Ostreopsis* y *Coolia*), which is a type of food poisoning caused by the consumption of reef fish that have bioaccumulated ciguatoxins throughout the food chain. This basic information allows the identification of potentially risk areas and serves as a basis for future research on ecology, physiology, taxonomy and toxicology, aimed at protecting public health.

Keywords: *Gambierdiscus*, ciguatera, Miskitos Cays, artificial substrates

Introducción

Cayos Miskitos pertenece a la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) de Nicaragua y fue declarada en 1991, como la primera Reserva Biológica Marina del país debido a su importancia ecológica, dentro del área se localizan formaciones arrecifales, islas de manglares rodeadas de arrecifes y extensas praderas de pastos marinos (Almada.Villela *et al.*, 2002).

Según MARENA (2011), estos ecosistemas de arrecifes, han sido objeto de evaluaciones rápidas y esporádicas y representan hábitats críticos y específicos para la anidación de muchas especies como el pargo rojo y cola amarilla (Lutjanidae), jureles (Carangidae), tiburones, tortugas marinas, langostas (Panuliridae), peces de arrecifes, entre otros; los cuales por siglos han sido consumidos por las comunidades locales a niveles de subsistencia (Ryan & Zapata, 2003). Además, dentro del mismo, habitan una variedad de microorganismos

fotosintéticos entre los que sobresalen los dinoflagelados bentónicos, particularmente el género *Gambierdiscus*.

Según GEOHAB (2012) y Friedman *et al.* (2008) el género *Gambierdiscus* se encuentra preferentemente en asociación con macroalgas en arrecifes de coral de aguas tropicales y se ha reportado en aguas subtropicales y el mar mediterráneo. Es considerado un género tóxico y está asociado con la ciguatera (CFP: ciguatera fish poisoning, por sus siglas en inglés), la cual es un tipo de intoxicación alimentaria en los humanos causada por el consumo de peces de arrecife que han bioacumulado ciguatoxinas a través de la cadena alimentaria (Litaker *et al.*, 2010).

Estudios en Nicaragua sobre la presencia y abundancia del género *Gambierdiscus* en los ecosistemas de arrecife, así como de reportes de intoxicación por ciguatera en los hospitales y centros de salud, son nulos; aunque algunos pescadores y comunitarios de la zona refieren problemas de salud (diarrea, vómito, dolor abdominal y calambres) al consumir un tipo y tamaño específico de pescado, principalmente barracuda (*Aphyraena* sp). En este contexto, nuestro país se encuentra con un total desconocimiento de la presencia o no de *Gambierdiscus* y ciguatera en el caribe nicaragüense, y, por ende, de la existencia de posibles zonas de riesgo.

El presente trabajo tiene el objetivo de generar información básica sobre la presencia y abundancia de microalgas tóxicas, con énfasis en dinoflagelados bentónicos (*Gambierdiscus*) asociados con la problemática de ciguatera, mediante el uso de sustratos artificiales (pantallas o window screen) (Tester *et al.*, 2014).

Metodología

Los muestreos se realizaron a 50 km al noroeste de la Ciudad de Puerto Cabezas, en la Reserva Biológica Marina Cayos Miskitos, dentro del área de arrecifes de coral, pastos marinos y macroalgas (Tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas de los puntos muestreados el área de estudio en Cayos Miskitos.

| Puntos | Coordenadas | |
|--------|-------------|---------|
| | X | Y |
| Pto. 1 | 313448 O | 1593379 |
| Pto. 2 | 314633 O | 1595315 |
| Pto. 3 | 316230 O | 1593217 |

Se realizaron recolectas en tres puntos dentro del área de arrecifes de coral (Fig. 1) durante un período de 9 meses comprendido entre diciembre del 2017 a marzo del 2019, recolectando un total de 16 muestras (Tabla 2) de dinoflagelados bentónicos. Siguiendo el método descrito por Tester *et al.*, (2014), el cual consistió en la colocación de sustratos artificiales fijos (mallas de fibra de vidrio negra de 10.2 cm x 15.2 cm o window screen) ensambladas con un anclaje de peso en el fondo y con un flotador subsuperficial suspendidas en la columna del agua a 20 cm del fondo marino en cada punto de muestreo. Estas fueron expuestas al ambiente marino por un período de 24 horas, finalizado el tiempo de exposición fueron recolectadas en frascos plásticos boca ancha, transfiriendo la malla al frasco bajo el agua y sin doblarla, y enviadas al laboratorio. Como se muestra en la Tabla 2, en algunos sitios de muestreos no fue posible la recuperación de los sustratos

artificiales debido a que se extraviaron por acción del oleaje y las corrientes durante el periodo de incubación.

Una vez ingresadas al laboratorio, las muestras fueron agitadas vigorosamente por acción manual entre 5 – 10 s para lograr la separación de los dinoflagelados que se encontrasen adherido al sustrato artificial, y posteriormente filtradas a diferente luz de malla (250, 100 y 20 µm). El material retenido en el filtro de 20 µm, fue preservada con solución 78ugol neutro (1 ó 2 gotas) y conservadas en refrigeración (4 – 10 °C).

Para la realización del análisis cualitativo (identificación taxonómica) se consultaron claves descritas por GEOHAB (2012) ; Omura *et al.*, (2012); para el análisis cuantitativo se realizó conteo por duplicado en la cámara de Sedgewick-Rafter, ambos análisis realizados bajo el microscopio compuesto marca Olympus Modelo CH-2 No. 9E0133. Los resultados de dinoflagelados bentónicos fueron expresados en organismos.cm⁻² (Tester *et al.*, 2014).

Tabla 2. Total de muestras colectadas por año y mes.

| Año | Mes | Sitio muestreado | Muestras por mes | Total de muestras |
|-------------|------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 2017 | dic | Pto. 1 | 2 | 16 |
| | | Pto. 2 | | |
| ene | | Pto. 1 | 3 | |
| | | Pto. 2 | | |
| | | Pto. 3 | | |
| mar | | Pto. 1 | 3 | |
| | | Pto. 2 | | |
| | | Pto. 3 | | |
| 2018 | may | Pto. 1 | 2 | |
| | | Pto. 2 | | |
| | jul | Pto. 1 | 1 | |
| | | | | |
| nov | Pto. 1 | 2 | | |
| | Pto. 2 | | | |
| 2019 | feb | Pto. 2 | 1 | |
| | mar | Pto. 2 | 1 | |

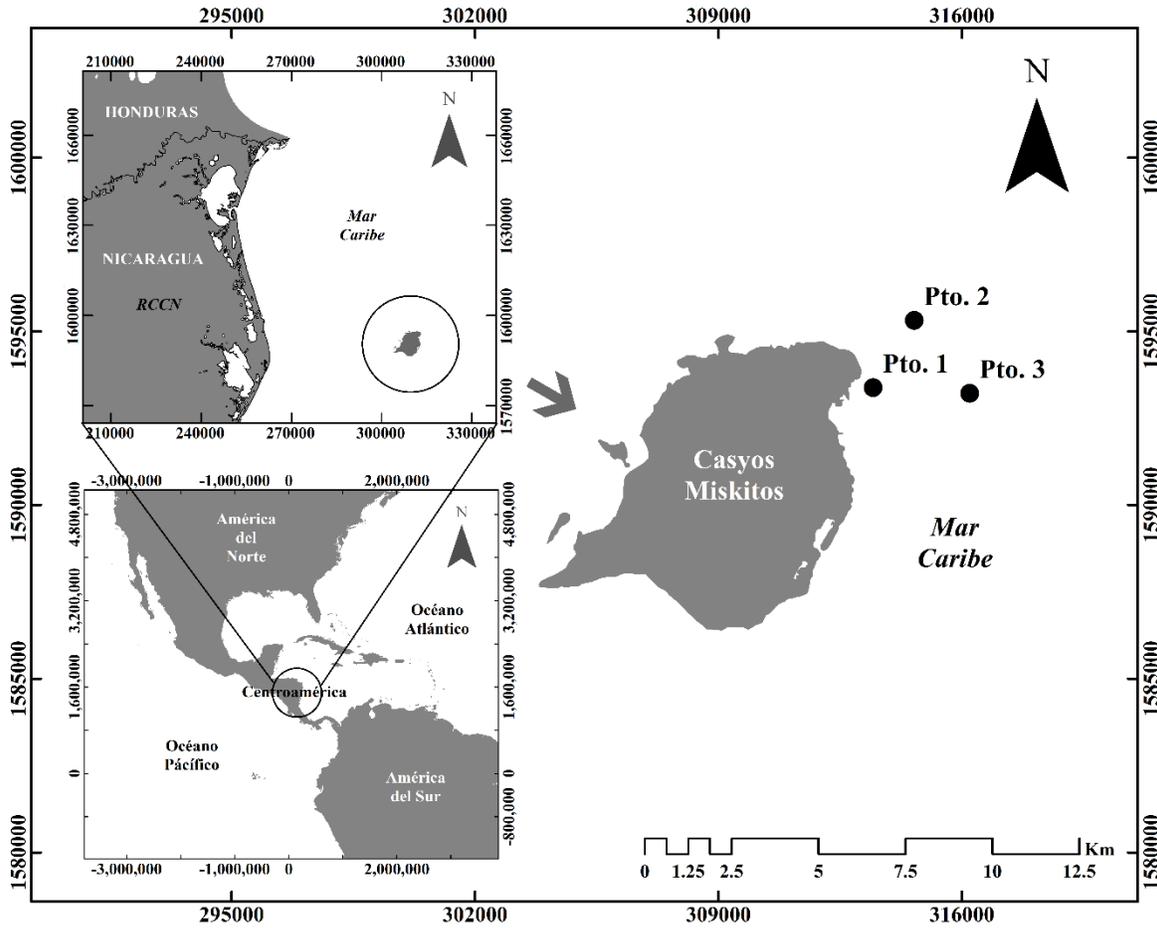


Figura 1. Área de estudio y ubicación de los puntos de muestreo en Cayos Miskitos.

Resultados

Solamente en los meses de enero y marzo 2018 se logró la colecta de las muestras en los tres puntos de muestreo seleccionados, aun así, estos resultados representan para Cayos Miskitos y para toda la Costa Caribe de Nicaragua, el primer reporte sobre la presencia de *Gambierdiscus* y géneros asociados (*Prorocentrum*, *Ostreopsis* y *Coolia*) al problema de ciguatera (Fig. 2).

En la Figura 3 se ilustra la contribución altamente variable (Coeficiente Variación $\geq 125\%$) de los cuatro géneros a la abundancia total registrada., donde la menor y mayor concentración se alcanzó

en el Pto. 2 (dic. 2017: 83 org.100 cm⁻²) y Pto. 3 (enero 2018: 1 833 org.100 cm⁻²) respectivamente. Cabe destacar que para el mes de marzo 2018, se reportaron los cuatro géneros en los tres puntos de muestreo, exceptuando *Coolia* que no registró ningún representante en el Pto. 1.

Los géneros mejor representados en términos de abundancia numérica fueron, *Ostreopsis* (12 - 1631 org.100 cm⁻²) (Fig. 3 b.) y *Prorocentrum* (52 - 1687 org.100 cm⁻²), (Fig. 3 c) los cuales aportaron de manera variable a la abundancia total (*Ostreopsis*: 1% - 90% y *Prorocentrum*: 10% - 96%) y alcanzaron la máxima representación individual en 2018 (enero:

79% - 89% y marzo: 91% - 96% respectivamente).

Los dos géneros restantes tuvieron presencia ocasional y escasa. La abundancia de *Gambierdiscus* fue baja (0 - 37 org.100 cm⁻²) (Fig. 3 a) y se reportó

en seis ocasiones (marzo 2018: Ptos. 1, 2 y 3; mayo 2018: Ptos. 1 y 2 y marzo 2019: Pto. 2), pero más baja aún fue la representación de *Coolia* (0 - 7 org.100 cm⁻²) (Fig. 3 d.), la cual solamente se registró en marzo 2018 (Ptos. 2 y 3).

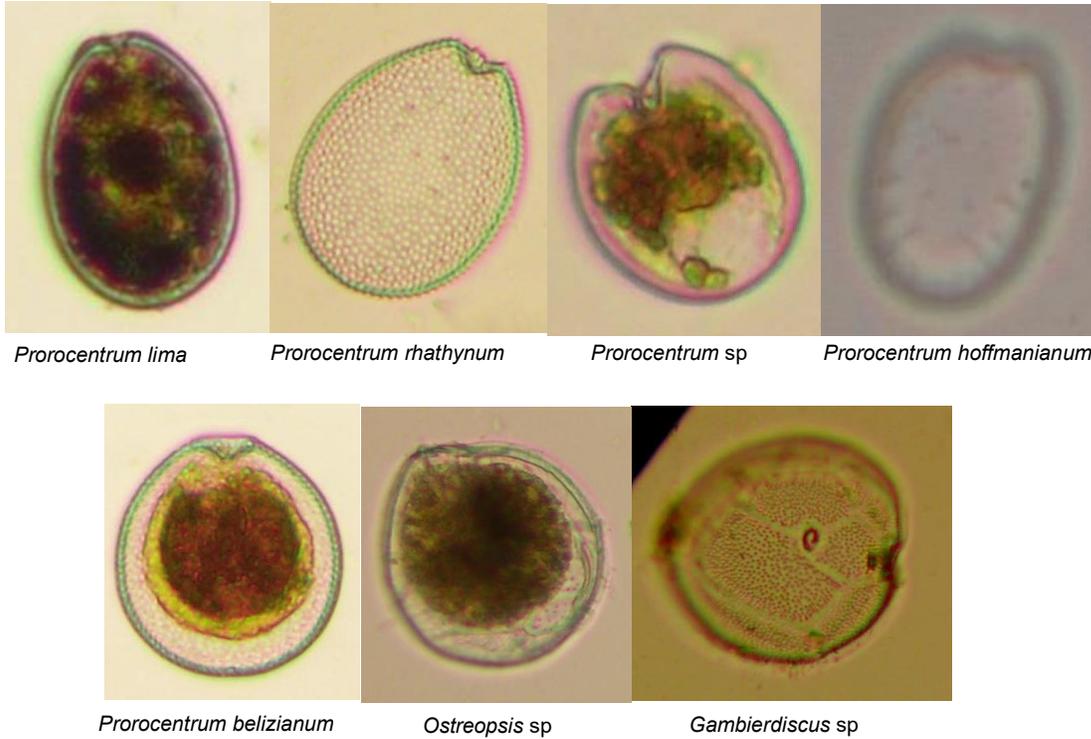


Figura 2. Géneros de dinoflagelados bénticos identificados en Cayos Miskitos (fotos microscopía de luz 40x tomadas con cámara digital Olympus Modelo No. TG-320).

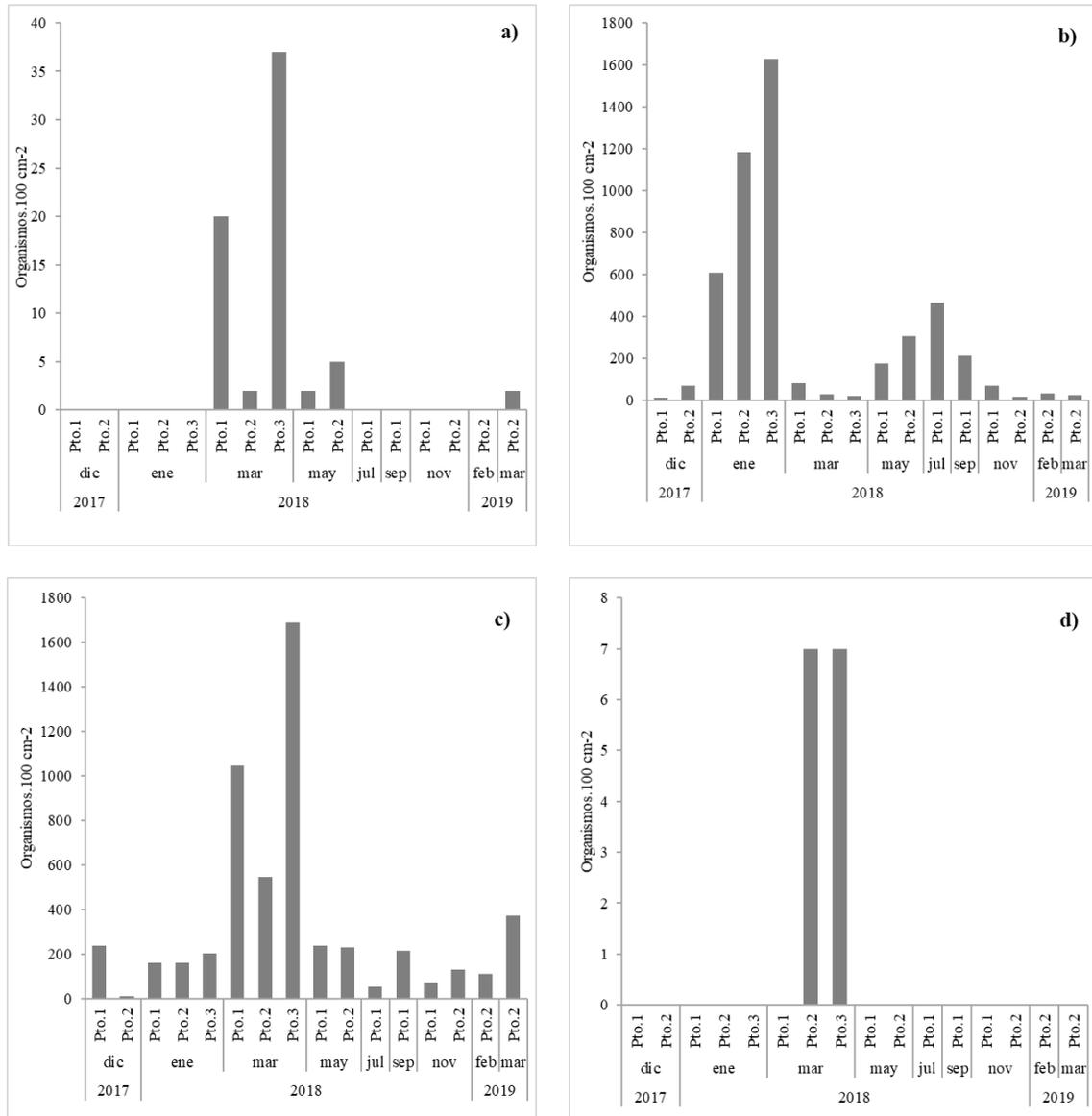


Figura 3. Abundancia de los géneros asociados a la ciguatera en diferentes puntos, meses y años muestreados en Cayos Miskitos (a) *Gambierdiscus*; b) *Ostreopsis*; c) *Prorocentrum* y d) *Coolia*).

Se realizó un análisis de la variabilidad en la abundancia de los cuatro géneros de dinoflagelados (Fig.4), lo que permitió comparar sus patrones de dispersión y los valores atípicos. Observamos que el género *Gambierdiscus* presentó una distribución altamente sesgada hacia valores bajos, con una media de 4.3 y una varianza de 101.1, lo que indica una abundancia generalmente nula con algunos valores aislados elevados. De

manera similar, el género *Coolia* mostró una presencia casi nula en todos los registros (media=0.9; varianza=5.7) con únicamente dos registros distintos a cero. En contraste, los géneros *Ostreopsis* y *Prorocentrum*, mostraron patrones de alta dispersión, con medias de 309.4 y 342.8 respectivamente y varianzas de 220950.8 y 189750.9, lo que evidencia abundancias mucho más elevadas e irregulares, con presencia de valores extremos.

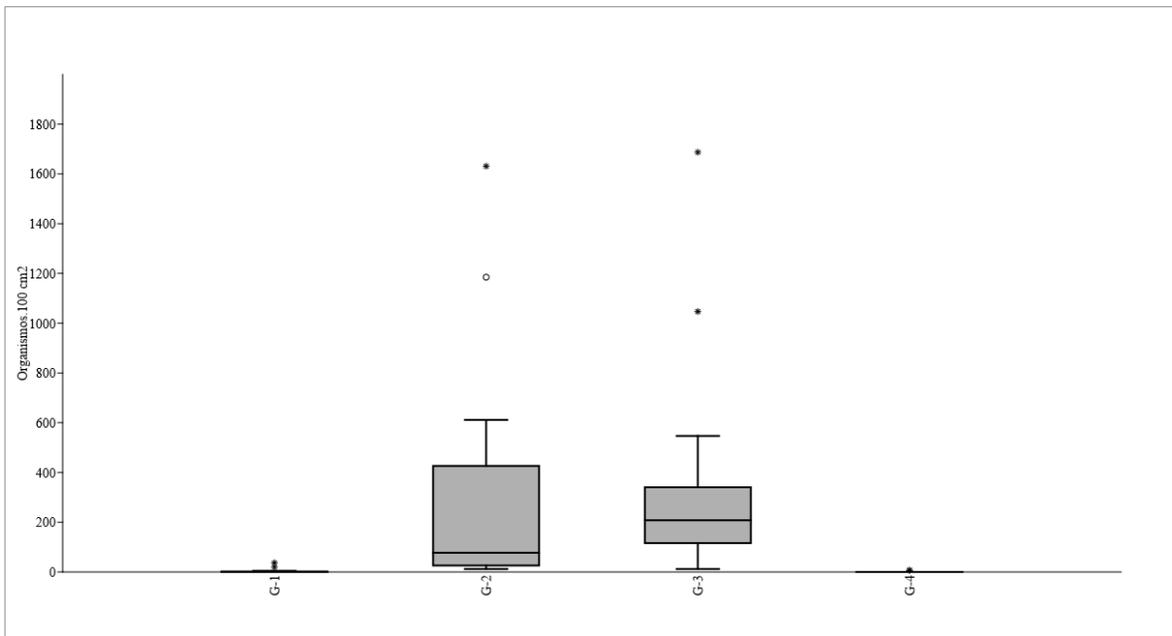


Figura 4. Resumen estadístico de la abundancia relativa por géneros-boxplot (G-1: *Gambierdiscus*; G-2: *Ostreopsis*; G-3: *Prorocentrum* y G-4: *Coolia*)

Discusión

La distribución de *Gambierdiscus* a nivel global, se conoció a partir de aislamientos existentes (Litaker *et al.*, 2010), revelando la presencia de 12 especies: cinco especies endémicas del Atlántico (Las Antillas/Caribe y Golfo de México), cinco en el Pacífico tropical y dos especies con distribución mundial. Se determinó también, que las especies de *Gambierdiscus* del Atlántico y del Pacífico producen toxinas diferentes, hallazgo basado en la diferencia estructural de las ciguatoxinas reportadas entre los peces de ambas regiones.

Según Pottier *et al.* (2001), los brotes de ciguatera que ocurren en el océano Atlántico, Antillas y la costa sudeste de los Estados Unidos acontecen con grados variables de severidad y las costas de Florida y Martinica son los límites norte y sur de los eventos para la región del Caribe, donde se considera endémica la ciguatera en: Florida y Las Bahamas, México, Cuba, Jamaica, Haití, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Anguila, San Martín, San Bartolomé, Guadalupe, Martinica e Islas del Sur.

Los países centroamericanos que forman parte del Caribe no se incluyen en la lista de áreas endémicas a la ciguatera. Sin embargo, se han realizado estudios donde se ha identificado la presencia de organismos productores de ciguatera en el Caribe de Guatemala (Carrillo Ovalle, 2016), Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica (Vargas-Montero *et al.*, 2012), Punta Caleta, Panamá (González *et al.*, 2018), El Salvador (Durán-Riveroll *et al.*, 2019) y Nicaragua (este artículo).

En este estudio se logró detectar el género de *Gambierdiscus* y tres más de dinoflagelados bentónicos asociados a la

intoxicación por ciguatera a nivel mundial, pero en Nicaragua aún no se cuenta con el equipamiento para lograr la identificación a nivel de especie, así como los test para estudios de toxicidad. A pesar de la presencia ocasional y escasa de *Gambierdiscus* en Cayos Miskitos, no se descarta la posibilidad de que sus especies sean productoras de ciguatoxina, aunque la World Health Organization (WHO por sus siglas en inglés) menciona que la mayoría de los arrecifes de coral no son ciguatóxicos y que los eventos de ciguatera ocurren generalmente de manera muy localizada, por consiguiente, tienen una distribución espacial y temporal restringida, donde el conocimiento de las áreas tóxicas se basa en la experiencia de pescadores y consumidores (WHO, 2009).

Aunque el verdadero alcance de la ciguatera en el Caribe y su impacto sobre el turismo y la salud pública es poco conocido, según Celis & Mancera Pineda, (2015), sí se sabe, que el nivel de incidencia ha aumentado en los últimos 31 años, principalmente en el Caribe Oriental y se espera que este problema aumente aún más, debido al modelo de desarrollo que acontece en gran parte de la región, la cual se basa en la industria del turismo y al consumo de pescado como principal fuente de proteínas por parte de las comunidades caribeñas.

Se estima que 10 000 - 50 000 personas por año que viven o visitan áreas tropicales y subtropicales padecen ciguatera (Baden, D. *et al* 1995; Lewis, R. 2001, citado por Friedman *et al.*, 2008), pero la verdadera incidencia es difícil de determinar debido a la falta de información y se cree que solo del 2% al 10% de los casos se informan a las autoridades sanitarias (Baden, D. *et al* 1995; Lehane, L. & Lewis, R. J. 2000;

Lawrence, D. N. *et al.* 1980, citado por Friedman *et al.*, 2008).

Considerando que el pronóstico de la ciguatera en la región es creciente y que los datos actuales son limitados, se hace necesario realizar un monitoreo a largo plazo en la región del Caribe de Nicaragua, que permita la protección de la salud de los que habitan en las proximidades de estos ecosistemas marinos.

Conclusiones

Este trabajo constituye el primer reporte sobre la presencia de *Gambierdiscus* y géneros asociados (*Prorocentrum*, *Ostreopsis* y *Coolia*) al problema de ciguatera en Cayos Miskitos y para toda la Costa Caribe de Nicaragua y podría considerarse un riesgo potencial a la salud de los pobladores caribeños.

Los géneros mejor representados en términos de abundancia numérica fueron *Ostreopsis* y *Prorocentrum*. Los géneros restantes, *Gambierdiscus* y *Coolia*, registraron presencia ocasional y escasa, lo cual no descarta la posibilidad de que sus especies sean productoras de ciguatóxina y que causen daño a los pobladores.

Agradecimientos

Este estudio fue posible gracias al apoyo financiero del Vicerrectorado de Investigación, Dirección de Investigación y Postgrado de la UNAN-Managua, a través de los Fondos para Proyectos de Investigación (FPI # 17201804), al Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua), al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y al personal de URACCAN/IREMADES (Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense/Instituto de Recursos Naturales, Medio Ambiente y Desarrollo

Sostenible) por su colaboración en la recolecta de muestras.

Referencias

- Almada.Villela, P. C., Mcfield, M., Kramer, P. A., Kramer, P. R., & Arias-Gonzales, E. (2002). STATUS OF CORAL REEFS OF MESOAMERICA – MEXICO, BELIZE, GUATEMALA, HONDURAS, NICARAGUA AND EL SALVADOR. En *Status of Coral Reefs of the World: 2002* (Vol. 1-1, p. Cap. 16. 313-331). Edited by Clive Wilkinson. <https://gcrmn.net/wp-content/uploads/2022/09/Status-of-Coral-Reefs-of-the-World-2002.pdf>
- Carrillo Ovalle, L. (2016). *Determinación de la Presencia de Organismos Productores de Ciguatera en el Caribe de Guatemala y su Impacto en la Salud Pública*. <https://biblioteca.galileo.edu/xmlui/handle/123456789/464>
- Celis, J. S., & Mancera Pineda, J. E. (2015). ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA INCIDENCIA DE CIGUATERA EN LAS ISLAS DEL CARIBE DURANTE 31 AÑOS: 1980 - 2010. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 44(1), 7-32. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0122-97612015000100001&lng=en&nrn=iso&tlng=es
- Durán-Riveroll, L. M., Cembella, A. D., & Okolodkov, Y. B. (2019). A Review on the Biodiversity and Biogeography of Toxicogenic

- Benthic Marine Dinoflagellates of the Coasts of Latin America. *Frontiers in Marine Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00148>
- Friedman, M. A., Fleming, L. E., Fernandez, M., Bienfang, P., Schrank, K., Dickey, R., Bottein, M.-Y., Backer, L., Ayyar, R., Weisman, R., Watkins, S., Granade, R., & Reich, A. (2008). Ciguatera Fish Poisoning: Treatment, Prevention and Management. *Marine Drugs*, 6(3), 456-479. <https://doi.org/10.3390/md20080022>
- GEOHAB. (2012). *Global ecology and oceanography of harmful algal blooms, GEOHAB Core Research Project: HABs in benthic systems.: Vol. Report #9 (GEOHAB/Rep/9)*. E. Berdalet, P. Tester, A. Zingone (Eds.). https://www.researchgate.net/publication/235759642_Global_ecology_and_oceanography_of_harmful_algal_blooms_GEOHAB_Core_Research_Project_HABs_in_benthic_systems
- González, A., Fábrega, J., & Broce, K. (2018). Monitoreo de Dinoflagelados Causantes de Ciguatera en las Aguas de Punta Galeta, Colón, Panamá. *KnE Engineering*, 609-616. <https://doi.org/10.18502/keg.v3i1.1464>
- Litaker, R. W., Vandersea, M. W., Faust, M. A., Kibler, S. R., Nau, A. W., Holland, W. C., Chinain, M., Holmes, M. J., & Tester, P. A. (2010). Global distribution of ciguatera causing dinoflagellates in the genus *Gambierdiscus*. *Toxicon*, 56(5), 711-730. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2010.05.017>
- MARENA. (2011). *Biodiversidad marino-costera de Nicaragua (potencialidades de los ecosistemas)*. Embajada de Dinamarca. http://www.renida.net.ni/cgi-bin/opac_cenida/wxis.exe?IsisScript=cenida.xis&Accion=detalles&PrimerRegistro=099927&base=renida&pub_nac=no
- Omura, T., Iwataki, M., Valeriano, B., Takayama, H., & Fukuyo, Y. (2012). *Marine Phytoplankton of the Western Pacific*.
- Pottier, I., Vernoux, J. P., & Lewis, R. J. (2001). Ciguatera fish poisoning in the Caribbean islands and Western Atlantic. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 168, 99-141. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0143-1_3
- Ryan, J., & Zapata, Y. (2003). Nicaragua's coral reefs: Status, health and management strategies. En J. Cortés (Ed.), *Latin American Coral Reefs* (pp. 203-222). Elsevier Science. <https://doi.org/10.1016/B978-044451388-5/50010-2>
- 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., & Litaker, R. W. (2014). Sampling harmful benthic dinoflagellates: Comparison of

- artificial and natural substrate methods. *Harmful Algae*, 39, 8-25. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2014.06.009>
- Vargas-Montero, M., Morales, A., & Cortés, J. (2012). Primer informe del género *Gambierdiscus* (Dinophyceae) y otros dinoflagelados bentónicos en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica, Pacífico Tropical Oriental. *Revista de Biología Tropical*, 60, 187-199. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-77442012000800010&lng=en&nr_m=iso&tlng=es
- WHO. (2009). *Ciguatera Fish Poisoning: Questions and Answers*. (p. 5). World Health Organization.