

ARTICULO ORIGINAL

**DETECCIÓN DE LOS GÉNEROS DE DINOFLAGELADOS POTENCIALMENTE TÓXICOS *PROROCENTRUM* Y *OSTREOPSIS* EN EL BANCO PUNTALÓN, REGIÓN SURCENTRAL DE CUBA**

Detection of the dinoflagellate genera *Prorocentrum* and *Ostreopsis* in Banco Puntalón, south central region of Cuba

Gabriel L. Rojas-Abrahantes<sup>1\*</sup>, Donaida Chamero-Lago<sup>1</sup>, Miguel Gómez Batista<sup>1</sup>, Joan I. Hernández-Albernas<sup>2</sup>, Carlos M. Alonso-Hernández<sup>1,3</sup>, Lisbet Díaz-Asencio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos; Carretera Castillo de Jagua km 1 ½, Ciudad Nuclear, Cienfuegos, Cuba.

<sup>2</sup> Refugio de Fauna Cayo Santa María, Gaviota S.A., Villa Clara 53100, Cuba.

<sup>3</sup> Environment Laboratories, International Atomic Energy Agency, 4 Quai Antoine 1er, MC 98000 Monaco.

\* Autor para correspondencia: gabriel@ceac.uh.cu

**RESUMEN**

Varias especies de dinoflagelados bentónicos son productores de potentes toxinas que pueden tener impactos negativos en la economía y la salud de territorios costeros. En un estudio realizado en una zona de alto riesgo de ciguatera localizada al extremo este del golfo de Babatabanó, se determinó la diversidad de especies de *Gambierdiscus*, organismo productor de ciguatoxinas, sin embargo no se evaluó la presencia y abundancia de otros géneros de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos. En el presente estudio se re-analizaron las muestras obtenidas a partir de sustratos artificiales y naturales con el objetivo de estudiar la abundancia de otros géneros de dinoflagelados en el área. Se identificaron los géneros *Prorocentrum* y *Ostreopsis* en todos los puntos de muestreo. De forma general se encontró una alta variabilidad de la abundancia de estos géneros entre los sitios y fueron valores superiores con respecto a la abundancia reportada del género *Gambierdiscus*. Los resultados obtenidos mediante el uso de ambos tipos de sustratos fueron similares, lo cual justifica el uso de sustratos artificiales para la cuantificación de dinoflagelados bentónicos en futuros estudios. Este trabajo contribuye a la información existente sobre la presencia y abundancia de los dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos en la región surcentral de Cuba y proporciona elementos básicos para la evaluación de riesgo relacionada con los eventos de floraciones tóxicas de estas microalgas.

Recibido: 13.5.2020

Aceptado: 26.11.2020

**PALABRAS CLAVE:** Cuba, dinoflagelados bentónicos, sustratos artificiales, *Gambierdiscus*, *Ostreopsis*, *Prorocentrum*

## ABSTRACT

Several species of benthic dinoflagellates produce potent toxins that have negative impacts on the economy and human health of coastal zones. In a previous study carried out in a zone known to be prone to ciguatera, located at the eastern end of the Gulf of Batabanó, the species diversity of ciguatoxin producer organism, *Gambierdiscus*, was determined, however the presence and abundance of other potentially toxic benthic dinoflagellate genera was not considered. In present study, the samples obtained from artificial and natural substrates were re-analyzed to estimate the abundance of other genera of dinoflagellates in the area. The genera *Prorocentrum* and *Ostreopsis* were identified at all sampling points. In general, the abundance of these genera showed high variability between sites and were higher compared to the reported abundance of the genus *Gambierdiscus*. The results obtained by using both types of substrates were similar, which encourages the use of artificial substrates for quantifying benthic dinoflagellates in future studies. This work contributes to the available information about the presence and abundance of potentially toxic benthic dinoflagellates in the southern central region of Cuba and provides basic elements for risk assessment related to toxic blooms of these microalgae.

**KEY WORDS:** Artificial substrates, benthic dinoflagellates, Cuba, *Gambierdiscus*, *Ostreopsis*, *Prorocentrum*

## INTRODUCCIÓN

Varias especies de dinoflagelados bentónicos han sido relacionadas con eventos de Floraciones Algales Nocivas (FANs) (Berdalet *et al.*, 2017). Estas especies son conocidas por producir potentes toxinas que pueden provocar intoxicaciones en humanos a través del consumo de organismos marinos contaminados (Randall, 2005; Friedman *et al.*, 2017) o por la formación de bio-aerosoles tóxicos (Ciminiello *et al.*, 2014). Otro fenómeno causado por estas

microalgas es la mortalidad masiva de otros organismos marinos (Shears y Ross, 2009) debido a las condiciones de hipoxia generadas por la actividad de bacterias cuando ocurren florecimientos masivos (Berdalet *et al.*, 2016). Dentro de los dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos se incluyen los géneros *Gambierdiscus*, *Fukuyoa*, *Prorocentrum*, *Ostreopsis*, *Amphidinium*, *Coolia*, entre otros.

Ciertas especies pertenecientes a los géneros *Gambierdiscus* y *Fukuyoa* producen neurotoxinas conocidas como ciguatoxinas y maitotoxinas (Lehane y Lewis, 2000; Litaker *et al.*, 2017). Varios autores plantean que las ciguatoxinas se bioacumulan a lo largo de la cadena alimentaria desde peces herbívoros de arrecife hasta peces carnívoros (Clausing *et al.*, 2018; Díaz-Asencio, *et al.*, 2019b). La ingestión de peces con altos niveles de ciguatoxinas puede provocar la enfermedad conocida como ciguatera, la cual constituye la principal causa de intoxicación alimentaria no bacteriana relacionada con la ingestión de mariscos (Friedman *et al.*, 2008, 2017). Otras especies pertenecientes al género *Ostreopsis* son productoras de palitoxinas y otros derivados (Shears y Ross, 2009; Ciminiello *et al.*, 2010). Las palitoxinas son una de las sustancias no peptídicas más tóxicas conocidas (Botana *et al.*, 2009); esta toxina y sus análogos se ha convertido en una preocupación mundial debido a sus efectos nocivos en animales y especialmente en los humanos (Shears y Ross, 2009; Deeds y Schwartz, 2010). Las especies del género *Prorocentrum* son conocidas por la producción de ácido okadaico (An *et al.*, 2010), una toxina que puede acumularse en diferentes organismos marinos y ocasionar intoxicación diarreica por

marisco (DSP) (Valdiglesias *et al.*, 2014; Lee *et al.*, 2016). Si bien los casos confirmados de DSP han sido relacionados a la presencia del género *Dinophysis*, no se descarta la posible conexión entre estos eventos y el género *Prorocentrum* debido a que también es productor de la toxina (Lee *et al.*, 2016).

Tradicionalmente la abundancia de dinoflagelados bentónicos ha sido cuantificada a través de la colecta de macrofitas. Usando este método, la abundancia se expresa en células g<sup>-1</sup> de macroalga húmeda. Sin embargo en varios estudios se han reportado preferencias de células de dinoflagelados bentónicos tóxicos por alguna especie o grupo de macroalgas (Yasumoto *et al.*, 1980; Lobel, Anderson y Durand-Clement, 1988; Parsons y Preskitt, 2007). Estas posibles preferencias varían entre géneros e incluso a nivel de especies (Bomber *et al.*, 1988; Cruz-Rivera y Villareal, 2006), lo que puede influenciar o introducir sesgos en las estimaciones de abundancia y dificultar comparaciones entre diferentes sustratos o sitios de estudio.

Como alternativa al método de macrofitas, en los últimos años algunos investigadores han comenzado a implementar el uso de sustratos artificiales para determinar la abundancia de dinoflagelados bentónicos (Geohab, 2012; Tester *et al.*, 2014; Jauzein *et al.*, 2016; Fernández-Zabala *et al.*, 2019). El uso de sustratos artificiales como un potencial método de muestreo se basa en observaciones de campo que muestran que especies de dinoflagelados bentónicos migran en la columna de agua y colonizan nuevos sustratos en distancias cortas (Geohab, 2012). Entre las ventajas que proporciona este método está el uso de una unidad de medida estandarizada que permita normalizar la densidad de estos

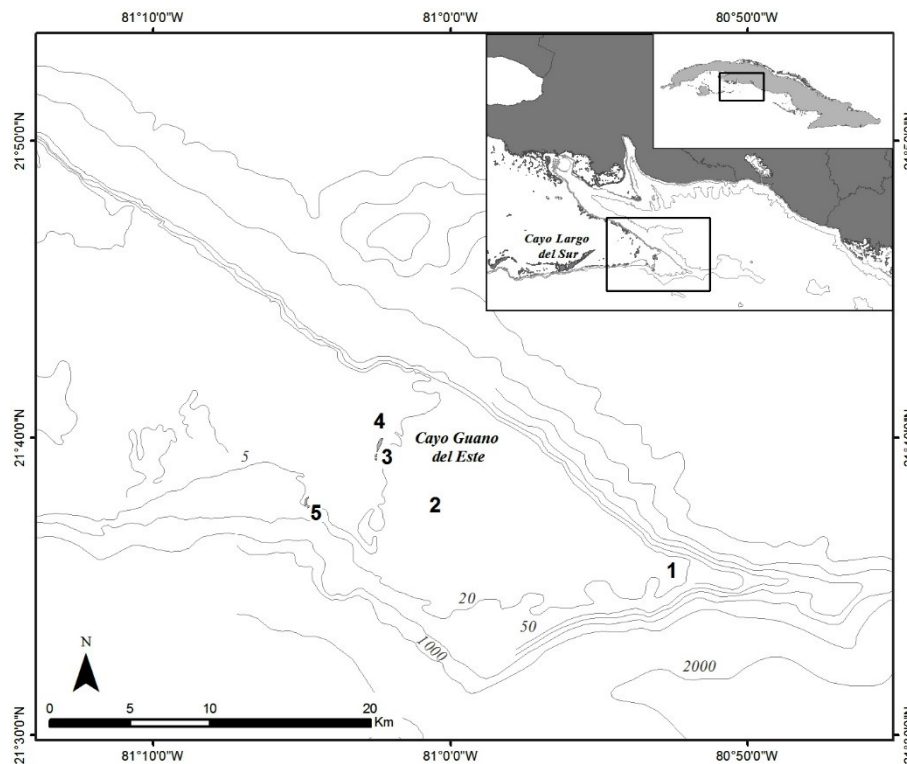
organismos en estudios realizados a escala global (Tester *et al.*, 2014).

El método de los sustratos artificiales para la cuantificación de dinoflagelados bentónicos se empleó por primera vez en Cuba por Díaz-Asencio, *et al.* (2019b) en el banco Puntalón, localizado al extremo este del golfo de Batabanó. Ese estudio tuvo como objetivo estimar la abundancia de especies de *Gambierdiscus* en un sitio conocido por los pescadores locales por su alto riesgo de ciguatera, sin embargo no se consideró la posible presencia de otros géneros de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos como *Ostreopsis*, *Prorocentrum* y *Coolia*. En el presente trabajo se re-analizaron las muestras obtenidas por Díaz-Asencio *et al.*, (2019b), teniendo en cuenta la presencia de otros dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos con el objetivo de completar la información básica y necesaria sobre la composición y abundancia de estos organismos en esta área de la región surcentral de Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización de los puntos de muestreo en el área de estudio así como de los métodos de colecta y procesamiento de las muestras se describen ampliamente en Díaz-Asencio *et al.* (2019b). El muestreo se realizó en diciembre de 2016. Se establecieron cinco sitios de muestreo (Fig.1), que abarcaron profundidades entre los 5 y 10 m (sitios 2, 3 y 4) y hasta 20 m (sitios 1 y 5). En cada sitio de estudio se desplegaron cuatro réplicas de sustratos artificiales consistentes en piezas de malla de fibra de vidrio de 17 cm x 11 cm. En los puntos donde fue posible se colectó además una muestra de macroalga del género *Dictyota*.

La identificación a nivel de género y conteo de los dinoflagelados se realizó



**Fig. 1.** Área de estudio en la región surcentral de Cuba. Localización de los cinco sitios de muestreo, de este a oeste se muestran como: 1: (21°34.865' N 80°52.800' W); 2: (21°38.229' N 81°00.996' W); 3: (21°39.325' N 81°02.335' W); 4: (21°40.220' N 81°02.315' W); 5: (21°37.487' N 81°04.718' W). El área sombreada de grey indica tierra. Tomado de (Díaz-Asencio et al., 2019b).

utilizando una cámara de conteo Sedgwick Rafter y un microscopio invertido (Axiovert 40 CFL, Zeiss) con magnificación de 100x. Tres alícuotas de 1 mL se contaron para cada muestra. La abundancia de cada género se determinó promediando los conteos de las tres submuestras, utilizando los factores de conversión volumétrica apropiados, el área de la malla desplegada (Tester *et al.*, 2014) y la masa húmeda de las macroalgas colectadas. De esta forma el resultado se expresó en células 100 cm<sup>-2</sup> (cél. 100 cm<sup>-2</sup>) o célula g<sup>-1</sup> de macroalga húmeda para los sustratos artificiales y naturales, respectivamente.

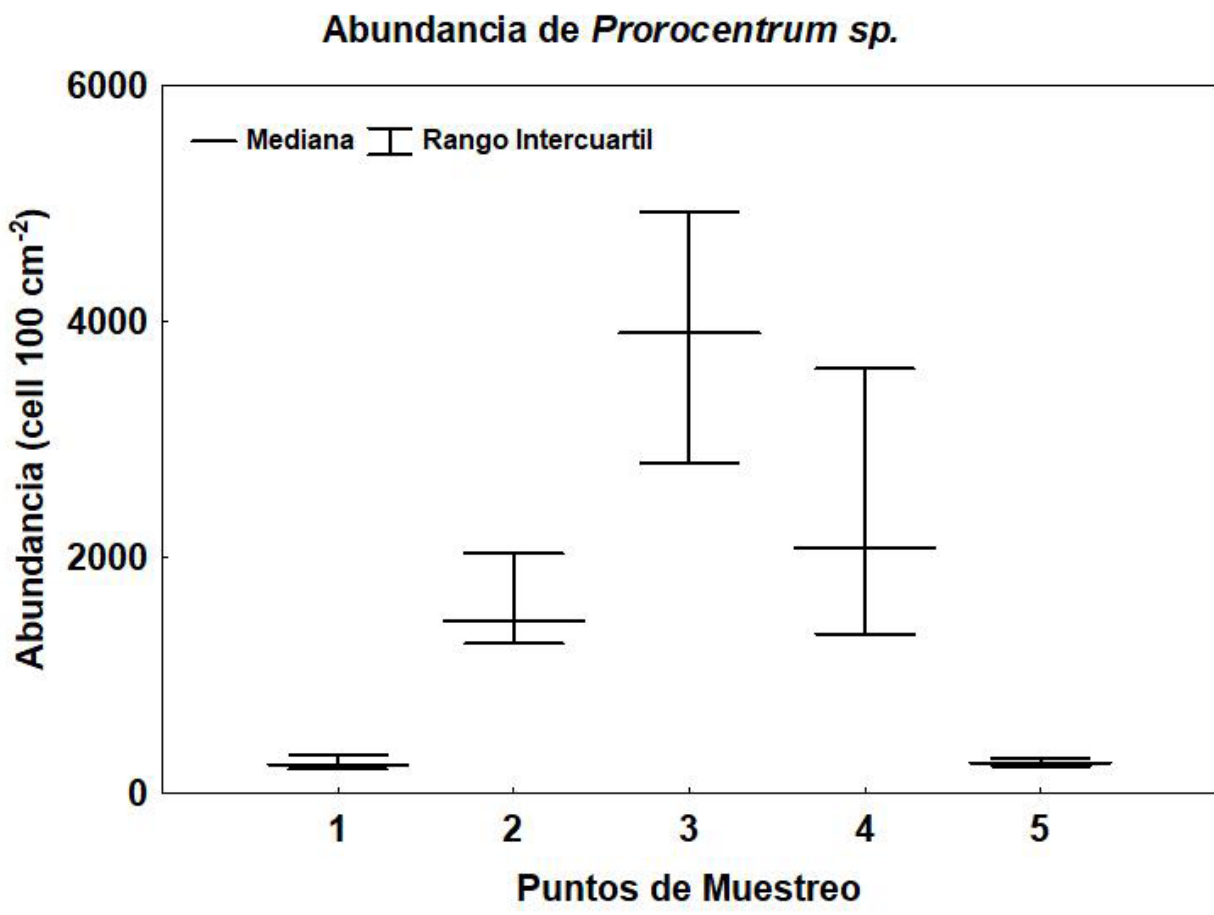
El análisis estadístico de los datos se realizó usando el software STATGRAPHICS Centurion XV v15.2.14. Para determinar

si existían diferencias significativas en la abundancia de células de dinoflagelados entre los sitios se realizó un análisis ANOVA por rangos de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ), luego de comprobarse la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro Wilk.

## RESULTADOS

### IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE DINOFLAGELADOS BENTÓNICOS

Se identificaron dos géneros de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos en todos los puntos de muestreo: *Prorocentrum* y *Ostreopsis*, tanto en sustratos naturales como artificiales. De forma general se detectó una alta variabilidad en la abundancia de estos géneros entre los sitios.



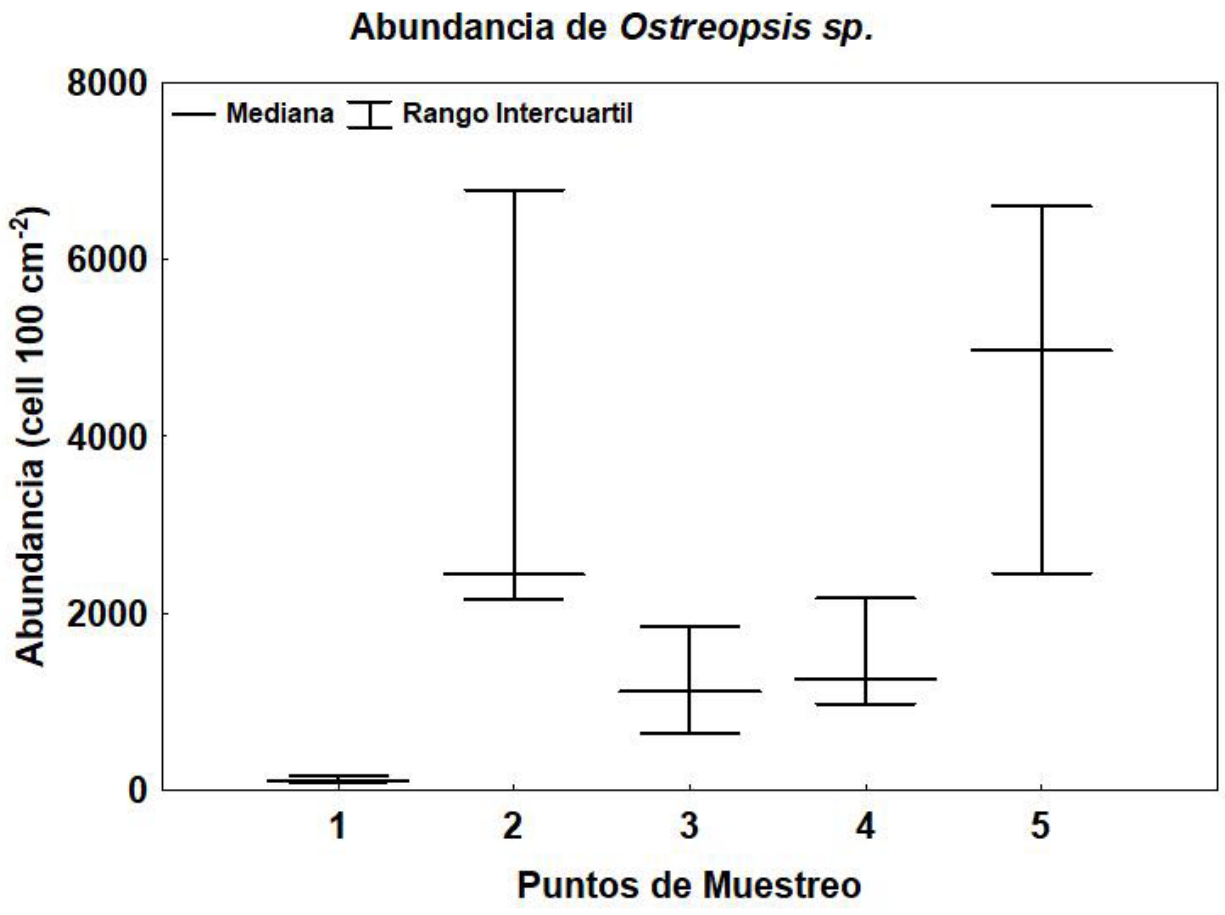
**Fig. 2.** Abundancia del género *Prorocentrum* en cinco puntos de muestreo, región surcentral de Cuba. El gráfico está representado con medianas ± rango intercuartil.

La abundancia de *Prorocentrum* en sustratos artificiales varió significativamente entre los sitios (Kruskal Wallis,  $p=0,0053$ ) (Fig.2). La mayor abundancia ocurrió en el sitio 3 con una mediana ( $\pm$  rango intercuartil) de  $3905 \pm 1560$  cél.  $100 \text{ cm}^{-2}$ , seguida por los sitios 2 y 4 ( $1641 \pm 793$  cél.  $100 \text{ cm}^{-2}$ ), mientras que los puntos 1 y 5 mostraron los menores valores de abundancia ( $258 \pm 67$  cél.  $100 \text{ cm}^{-2}$ ).

La abundancia del género *Ostreopsis* en sustratos artificiales también varió entre los puntos de muestreo (Kruskal Wallis,  $p=0,0055$ ) (Fig.3). Los puntos 2 y 5 ( $2566$

$\pm 4286$  cél.  $100 \text{ cm}^{-2}$ ) fueron los de mayor abundancia para este género, seguido por los puntos 3 y 4 ( $1256 \pm 1048$  cél.  $100 \text{ cm}^{-2}$ ), mientras que en el punto 1 ( $106 \pm 48$  cél.  $100 \text{ cm}^{-2}$ ) se encontró la menor abundancia.

En las muestras de *Dictyota* colectadas el género *Ostreopsis* fue el más abundante. Los valores de abundancia determinados en *Dictyota* reflejaron que el punto 1 es el que menos abundancia de dinoflagelados reportó, con un valor de  $215$  cél.  $\text{g}^{-1}$  de macroalga húmeda. El punto 2 presentó el mayor valor de abundancia con  $9733$  cél.  $\text{g}^{-1}$  de macroalga húmeda (Tabla I).



**Fig. 3.** Abundancia del género *Ostreopsis* en cinco puntos de muestreo, región surcentral de Cuba. El gráfico está representado con medianas  $\pm$  rango intercuartil.

**Tabla I.** Abundancia de células de los géneros de dinoflagelados potencialmente tóxicos identificados en sustratos naturales colectados en el banco Puntalón, región surcentral de Cuba. Los datos correspondientes al género *Gambierdiscus* se tomaron de Díaz-Asencio *et al.* 2019b.

Puntos de muestreo	Abundancia (cél. g <sup>-1</sup> de macroalga húmeda)			
	<i>Gambierdiscus</i>	<i>Prorocentrum</i>	<i>Ostreopsis</i>	Total
1	25	175	15	215
2	28	552	9153	9733
3	0	190	259	449
5	56	447	5173	5676

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos forman parte del primer estudio en Cuba que utiliza

sustratos artificiales para la caracterización de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos. El reporte previo de *Gambierdiscus* en esta área de estudio (Díaz-Asencio, *et al.*, 2019b), así como la identificación en el presente trabajo de los géneros tóxicos *Ostreopsis* y *Prorocentrum* y sus abundancias relativamente elevadas, abren puertas para futuras investigaciones relacionadas con la evaluación de los impactos potenciales de estos géneros en los ecosistemas marinos y/o la salud pública en el país.

En el estudio se demostró la coexistencia de los géneros de dinoflagelados bentónicos

potencialmente tóxicos *Gambierdiscus*, *Prorocentrum* y *Ostreopsis*, lo que concuerda con estudios anteriores en otras zonas de la región del Caribe y en Cuba que demuestran que estos géneros (y otros como *Coolia* y *Amphidinium*) pueden convivir en una misma área adheridos a sustratos bentónicos como macroalgas, rocas y sedimentos blandos (Delgado *et al.*, 2006; Parsons y Preskitt, 2007; Faust, 2009; Díaz-Asencio *et al.*, 2019a). Estos resultados también son consecuentes con estudios similares en el Caribe (Belice, América Central) donde se reportan los géneros *Gambierdiscus*, *Prorocentrum* y *Ostreopsis*, en sustratos artificiales (Tester *et al.*, 2014).

La abundancia de los tres géneros varió significativamente entre las réplicas, lo cual concuerda con trabajos anteriores que demuestran que los organismos bentónicos siguen distribuciones parcheadas (Barbiero *et al.*, 2011; Mavrič *et al.*, 2013). La variabilidad de abundancia se vio reflejada también entre los puntos de muestreo para los géneros *Ostreopsis* y *Prorocentrum*, que mostraron valores superiores a los reportados para *Gambierdiscus* por Díaz-Asencio *et al.* (2019b).

Los resultados obtenidos en este estudio puntual (incluyendo el trabajo de Díaz-Asencio, *et al.* (2019b)) pudieran estar determinados por las condiciones ambientales existentes en el momento en que se realizó el muestreo. Estas condiciones podrían variar en épocas del año diferentes e influir en los patrones de abundancia. En un estudio de la dinámica espacio-temporal de dinoflagelados bentónicos en las Antillas Menores se obtuvieron los menores valores de abundancia durante los meses octubre-enero. Sin embargo, otros estudios realizados en el Golfo de México y en el Caribe siguieron patrones de

periodicidad diferentes (Carlson y Tindall, 1985; Okolodkov *et al.*, 2007, 2014).

Pocos estudios de dinoflagelados bentónicos se han enfocado en la relación de la abundancia y/o distribución con respecto a la profundidad (Xu *et al.*, 2014; Loeffler *et al.*, 2015), siendo este uno de los temas menos conclusivos en la literatura para las especies de estos géneros de dinoflagelados (Tester *et al.*, 2020). En este estudio se observó que los puntos menos profundos presentaron mayor abundancia en el caso del género *Prorocentrum*. Boisnoir *et al.* (2018) encontraron picos de abundancia de *Prorocentrum* a profundidades de 7-9 metros en el mar Caribe, mientras que los menores valores se encontraron a 20 metros de profundidad, esta tendencia es similar a los resultados obtenidos en este estudio para el género. Los resultados del género *Ostreopsis* no revelan alguna posible relación entre la profundidad y la abundancia, pues los picos de abundancia máximo y mínimo fueron encontrados a 20 metros de profundidad. Los valores más elevados de abundancia para el género *Ostreopsis* en el mar Caribe se han estimado preferentemente en aguas someras (Boisnoir *et al.*, 2018).

El método de sustratos artificiales propuesto por Tester *et al.*, (2014) presenta numerosas ventajas y puede ser efectivo en numerosos hábitats, sobre todo en sitios de poca energía. Sustratos inertes (como la malla de fibra de vidrio) eliminan las posibles preferencias de estos organismos por las macrófitas hospederas. Se ha demostrado estadísticamente que la abundancia de dinoflagelados bentónicos reclutados en mallas de fibra de vidrio tras un periodo de 24 horas se relaciona directamente con la abundancia en las macrófitas hospederas del entorno (Tester *et al.*,

2014; Fernández-Zabala *et al.*, 2019). Otras ventajas asociadas al uso de sustratos artificiales son: la eliminación del muestreo destructivo de macrófitas, la obtención de muestras más limpias (lo que facilita el conteo e identificación al microscopio), la comparación entre diferentes sitios de estudios independientemente de la cobertura de macrófitas y la obtención de una unidad de abundancia más estandarizada (cél/unidad de área) (Tester *et al.*, 2014).

La colecta de macrófitas ha sido el método tradicional en la cuantificación de dinoflagelados bentónicos, tanto para el monitoreo como para la investigación (Geohab, 2012), por ser estos géneros predominantemente epífitos. En el presente estudio se escogieron macroalgas del género *Dictyota* como sustrato natural, debido a que fue el género dominante en los puntos de muestreo; además es conocido que este género es comúnmente utilizado por investigadores para realizar estudios de abundancia de dinoflagelados bentónicos (Tester *et al.*, 2014; Parsons *et al.*, 2017; Díaz-Asencio *et al.*, 2019a). Se recomienda el uso de otros géneros de macrófitas para comparar resultados y analizar las preferencias de los dinoflagelados bentónicos por determinados sustratos naturales.

En resumen, esta investigación contribuye a la información existente sobre la presencia y abundancia de los dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos en la región surcentral de Cuba y proporciona elementos básicos para la evaluación de riesgo relacionada con los efectos tóxicos o perjudiciales asociados a eventos de floraciones de estas microalgas. Estudios futuros dirigidos a caracterizar la dinámica espacio temporal de la abundancia y distribución de estos organismos y los factores ambientales que la determinan son aun necesarios.

## REFERENCIAS

- AN, T. *et al.* (2010). Identification of okadaic acid production in the marine dinoflagellate *Prorocentrum rhathymum* from Florida Bay. *Toxicon*. doi: 10.1016/j.toxicon.2009.08.018.
- BARBIERO, D. C. *et al.* (2011). Comparative study of the estimated sample size for benthic intertidal species and communities. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* doi: 10.3856/vol39-issue1-fulltext-9.
- BERDALET, E. *et al.* (2016). Marine harmful algal blooms, human health and wellbeing: challenges and opportunities in the 21st century. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 2015, 61-91. doi: 10.1017/S0025315415001733.
- BERDALET, E. *et al.* (2017). Harmful algal blooms in benthic system: Recent progress and future research. *Oceanography*, 30, 36-45. doi: <https://doi.org/10.5670/oceanog.2017.108>.
- BOISNOIR, A. *et al.* (2018). Depth distribution of benthic dinoflagellates in the Caribbean Sea. *J. Sea Res.* doi: 10.1016/j.seares.2018.02.001.
- BOMBER, J. W. *et al.* (1988). Epiphytic dinoflagellates of drift algae - another toxicogenic community in the ciguatera food chain. *Bull. Mar. Sci.*, 43, 204-214.
- BOTANA, L. M. *et al.* (2009). Functional assays for marine toxins as an alternative, high-throughput-screening solution to animal tests, *TrAC - Trends Anal. Chem.* doi: 10.1016/j.trac.2009.02.014.
- CARLSON, R. D. & TINDALL, D. R. (1985). Distribution and periodicity of toxic dinoflagellates in the Virgin Islands. *Toxic Dinoflag.*, 171-176.
- CIMINIELLO, P. *et al.* (2010). Complex palytoxin-like profile of *Ostreopsis ovata*. identification of four new ovatoxins by high-resolution liquid chromatography/



- mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* doi: 10.1002/rcm.4696.
- CIMINIELLO, P. *et al.* (2014). First finding of *Ostreopsis cf. ovata* toxins in marine aerosols. *Environ. Sci. Technol.*, 48, 3532-3540. doi: 10.1021/es405617d.
- CLAUSING, R. J. *et al.* (2018). Experimental evidence of dietary ciguatera toxin accumulation in an herbivorous coral reef fish. *Aquat. Toxicol.* doi: 10.1016/j.aquatox.2018.05.007.
- CRUZ-RIVERA, E. y VILLAREAL, T. A. (2006). Macroalgal palatability and the flux of ciguatera toxins through marine food webs. *Harmful Algae*, 5, 497-525. doi: 10.1016/j.hal.2005.09.003.
- DEEDS, J. R. y SCHWARTZ, M. D. (2010). Human risk associated with palytoxin exposure. *Toxicon.* doi: 10.1016/j.toxicon.2009.05.035.
- DELGADO, G. *et al.* (2006). Epiphytic dinoflagellates associated with ciguatera in the northwestern coast of Cuba. *Rev. Biol. Trop.*, 54, 299-310.
- DÍAZ-ASENCIO, L., VANDERSEA, M. *et al.* (2019). Morphology, toxicity and molecular characterization of *Gambierdiscus* spp. towards risk assessment of ciguatera in south central Cuba. *Harmful Algae.* doi: 10.1016/j.hal.2019.05.007.
- DÍAZ-ASENCIO, L., CLAUSING, R.J. *et al.* (2019). Ciguatera occurrence in food-web components of a Cuban coral reef ecosystem: Risk-assessment implications. *Toxins (Basel)*, 11. doi: 10.3390/toxins11120722.
- FAUST, M. A. (2009). Ciguatera-causing dinoflagellates in a coral-reef mangrove ecosystem, Belize. *Atoll Res. Bull.*, 1-32. doi: 10.5479/si.00775630.569.1.
- FERNÁNDEZ-ZABALA, J. *et al.* (2019). Benthic dinoflagellates: Testing the reliability of the artificial substrate method in the Macaronesian region. *Harmful Algae.* doi: 10.1016/j.hal.2019.101634.
- FRIEDMAN, M. A. *et al.* (2008). Ciguatera fish poisoning: Treatment, prevention and management. *Mar. Drugs*, 456-479. doi: 10.3390/md20080022.
- FRIEDMAN, M. A. *et al.* (2017). An updated review of ciguatera fish poisoning: Clinical, epidemiological, environmental, and public health management. *Mar. Drugs.* doi: 10.3390/md15030072.
- GEOHAB (2012). GEOHAB CORE RESEARCH PROJECT: HABS IN BENTHIC SYSTEMS, en *Organization*, 64.
- JAUZEIN, C. *et al.* (2016). Sampling of *Ostreopsis cf. ovata* using artificial substrates: Optimization of methods for the monitoring of benthic harmful algal blooms. *Mar. Pollut. Bull.*, 107, 300-304. doi: 10.1016/j.marpollbul.2016.03.047.
- LEE, T. C. *et al.* (2016). The mechanism of diarrhetic shellfish poisoning toxin production in *Prorocentrum* spp.: Physiological and molecular perspectives. doi: 10.3390/toxins8100272.
- LEHANE, L. y LEWIS, R. J. (2000). Ciguatera: Recent advances but the risk remains. *Int. J. Food Microbiol.* doi: 10.1016/S0168-1605(00)00382-2.
- LITAKER, R. W. *et al.* (2017). Ciguaterotoxicity of *Gambierdiscus* and *Fukuyoa* species from the Caribbean and Gulf of Mexico. *PLoS One*, 12. doi: 10.1371/journal.pone.0185776.
- LOBEL, P. S., ANDERSON, D. M. y DURAND-CLEMENT, M. (1988). Assessment of ciguatera dinoflagellate populations: Sample variability and algal substrate selection. *Biol. Bull.*, 175, 94-101. doi: 10.2307/1541896.
- LOEFFLER, C. R. *et al.* (2015). Effects of grazing, nutrients, and depth on the ciguatera-causing dinoflagellate

- Gambierdiscus* in the US Virgin Islands. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* doi: 10.3354/meps11310.
- MAVRIČ, B. *et al.* (2013). Influence of sample size on ecological status assessment using marine benthic invertebrate-based indices. *Mar. Ecol.*, 34, 72-79. doi: 10.1111/j.1439-0485.2012.00526.x.
- OKOLODKOV, Y. B. *et al.* (2007). Seasonal changes of benthic and epiphytic dinoflagellates in the Veracruz reef zone, Gulf of Mexico. *Aquat. Microb. Ecol.*, 47, 223-237. doi: 10.3354/ame047223.
- OKOLODKOV, Y. B. *et al.* (2014). Seasonal changes in epiphytic dinoflagellate assemblages near the northern coast of the Yucatan Peninsula, Gulf of Mexico. *Acta Bot. Mex.* doi: 10.21829/abm107.2014.204.
- PARSONS, M. L. *et al.* (2017). Assessing the use of artificial substrates to monitor *Gambierdiscus* populations in the Florida Keys. *Harmful Algae*. Elsevier B.V., 68, 52-66. doi: 10.1016/j.hal.2017.07.007.
- PARSONS, M. L. y PRESKITT, L. B. (2007). A survey of epiphytic dinoflagellates from the coastal waters of the island of Hawai'i. *Harmful Algae*, 6, 658-669. doi: 10.1016/j.hal.2007.01.001.
- RANDALL, J. E. (2005). Review of clupeo-toxism, an often fatal illness from the consumption of clupeoid fishes. *Pacific Sci.*, 59, 73-77. doi: 10.1353/psc.2005.0013.
- SHEARS, N. T. y ROSS, P. M. (2009). Blooms of benthic dinoflagellates of the genus *Ostreopsis*; an increasing and ecologically important phenomenon on temperate reefs in New Zealand and worldwide. *Harmful Algae*, 8, 916-925. doi: 10.1016/j.hal.2009.05.003.
- TESTER, P. A. *et al.* (2014). Sampling harmful benthic dinoflagellates: Comparison of artificial and natural substrate methods. *Harmful Algae*, 39, 8-25. doi: 10.1016/j.hal.2014.06.009.
- TESTER, P. A., LITAKER, R. W. y BERDALET, E. (2020). Climate change and harmful benthic microalgae. *Harmful Algae*. doi: 10.1016/j.hal.2019.101655.
- VALDIGLESIAS, V. *et al.* (2014). Okadaic Acid. *Encycl. Toxicol. Third Ed.* doi: 10.1016/B978-0-12-386454-3.01068-X.
- XU, Y. *et al.* (2014). Distribution, abundance and diversity of *Gambierdiscus spp.* from a ciguatera-endemic area in Marakei, Republic of Kiribati. *Harmful Algae*, 34, 56-68. doi: 10.1016/j.hal.2014.02.007.
- YASUMOTO, T. *et al.* (1980). Environmental studies on a toxic dinoflagellate responsible for Ciguatera. *Bull. Japanese Soc. Sci. Fish.*, 46, 1397-1404. doi: 10.2331/suisan.46.1397.

### COMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Rojas-Abrahantes, G.L., Chamero-Lago, D., Gómez Batista, M., Hernández-Albernas, J.I., Alonso-Hernández, C.M., Díaz-Asencio, L. (2020). Detección de los géneros de dinoflagelados potencialmente tóxicos *Prorocentrum* y *Ostreopsis* en el banco Puntalón, región surcentral de Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 40 (2), 1-10.