

## Composición y abundancia de dinoflagelados epibentónicos tecados potencialmente tóxicos de la Ensenada Guajimico, región Centro-Sur de Cuba

### Composition and abundance of potentially toxic epibenthic thecate dinoflagellates from Guajimico Cove, southern-central region of Cuba

Rosely Peraza Escarrá y Ángel R. Moreira González  
Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC). Calle 17 esq. Ave. 46 s/n,  
Reparto Reina, Cienfuegos, Cuba, CP 55100, E-mail: angel@gestion.ceac.cu,  
rosely@gestion.ceac.cu

#### RESUMEN

La mayoría de las comunidades de dinoflagelados epibentónicos asociadas con macroalgas, sedimentos, corales y fanerógamas, son productoras de toxinas que causan síndromes de intoxicación en regiones tropicales y subtropicales. En Cuba, y especialmente en Cienfuegos, los estudios acerca de estas microalgas han sido escasos. Este trabajo estuvo dirigido a determinar la composición y abundancia de dinoflagelados epibentónicos tecados potencialmente tóxicos en la Ensenada Guajimico, Cienfuegos, y su relación con algunos factores ambientales. Las muestras se tomaron desde mayo de 2011 hasta marzo de 2012, con una frecuencia mensual. Se midió la temperatura, la salinidad, y el pH del agua; así como de manera semestral los nutrientes ( $\text{N-NO}_2^-$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{P-PO}_4^{3-}$ ), y clorofila *a*. Seis especies fueron identificadas: *Gambierdiscus caribaeus*, *Ostreopsis lenticularis*, *Prorocentrum belizeanum*, *P. concavum*, *P. lima* y *P. rhathymum*. *G. caribaeus* constituye un nuevo hallazgo para las aguas cubanas. *O. lenticularis*, *G. caribaeus* y *P. belizeanum* fueron las especies de mayor frecuencia de aparición. La abundancia relativa total varió desde  $1,15 \times 10^4$  hasta  $5,89 \times 10^5$  cél./g de macroalga húmeda, en los meses de octubre y febrero, respectivamente. *O. lenticularis* fue la especie de mayor densidad durante todo el período, y definió la abundancia relativa total de especies. Se confirmó la presencia de palitoxina en el área. El análisis estadístico mostró que los factores temperatura y salinidad, no influyeron en las fluctuaciones de la abundancia de las especies.

*Palabras clave:* Abundancia, Cienfuegos, dinoflagelados epibentónicos, factores ambientales, toxicidad.

#### ABSTRACT

The majority communities of epibenthic dinoflagellates associated with macroalgae, sediments, corals and seagrasses, are toxins producers that cause poisoning syndromes in tropical and subtropical regions. In Cuba, especially in Cienfuegos, studies on these microalgae have been scarce. This work was aimed to determine the composition and abundance of epibenthic thecate dinoflagellates producing toxins in Guajimico Cove, Cienfuegos, and their relationship with some environmental factors. Samples were taken from May 2011 to March 2012, with a monthly frequency. Temperature, salinity, and pH of the water were measured; the nutrients ( $\text{N-NO}_2^-$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{P-PO}_4^{3-}$ ), and chlorophyll *a*, with a semester frequency were also determined. Six species were identified: *Gambierdiscus caribaeus*, *Ostreopsis lenticularis*, *Prorocentrum belizeanum*, *P. concavum*, *P. lima*, and *P. rhathymum*. *G. caribaeus* is a new report from Cuban waters. *O. lenticularis*, *G. caribaeus* and *P. belizeanum* were the most frequent species. The total relative abundance ranged from  $1,15 \times 10^4$  to  $5,89 \times 10^5$  cell/g seaweed wet weight, in October and February, respectively. *O. lenticularis* was the higher density species over the entire period and defined the total relative abundance of species. The presence of palytoxin was confirmed in the area. Statistical analysis showed that temperature and salinity did not affect the abundance and composition of the species.

*Keywords:* Abundance, Cienfuegos, environmental factors, epibenthic dinoflagellates, toxicity.

## INTRODUCCIÓN

Las comunidades de dinoflagelados epibentónicos se encuentran comúnmente asociadas con macroalgas, sedimentos, corales y fanerógamas. La mayoría de estos dinoflagelados son potenciales productores de toxinas, responsables de síndromes de intoxicación en las cadenas alimenticias, entre los que se encuentran la ciguatera, el clupeatoxismo (Riobó, 2008), y la intoxicación diarreica por mariscos (FAO, 2004).

La ciguatera, principal síndrome asociado a dinoflagelados epibentónicos, es causada por especies del género *Gambierdiscus Adachi et Fukuyo*. Las ciguatotoxinas se acumulan en el cuerpo de peces de arrecifes coralinos.

El clupeatoxismo y la intoxicación diarreica por mariscos, son ocasionados por otras toxinas que son producto del metabolismo de especies de los géneros *Ostreopsis Schmidt* y *Prorocentrum Ehrenberg*, respectivamente (Riobó, 2008).

Los estudios acerca de dinoflagelados epibentónicos tóxicos en Cuba se han realizado principalmente en la costa norte de La Habana. La provincia de Cienfuegos, al igual que otras regiones del país, es afectada anualmente por casos de ciguatera. En esta provincia, los estudios

sobre dinoflagelados epibentónicos potencialmente tóxicos han sido escasos (Moreira, 2009, 2010; Pombo, 2000), y se han desarrollado fundamentalmente en la Bahía de Cienfuegos, donde estos organismos son poco abundantes. En prospecciones realizadas en el litoral abierto de la provincia de Cienfuegos, específicamente en la Ensenada Guajimico, se ha evidenciado la presencia de abundantes poblaciones de dinoflagelados epibentónicos potencialmente productores de toxinas, que no han sido identificados. En esta ensenada se realizan actividades de baño, buceo y pesca, y debido a la importancia que implica la presencia de estos microorganismos en la zona, se hace necesario emprender un particular estudio taxonómico-ecológico.

El objetivo de este trabajo fue determinar la composición y abundancia de dinoflagelados epibentónicos tóxicos en la Ensenada Guajimico, y su relación con algunos factores ambientales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La Ensenada Guajimico (21° 55´ L. N. y 80° 18´ L. O.) presenta un área superficial de 0,2 km<sup>2</sup> y una profundidad media de 3 m (Fig. 1).

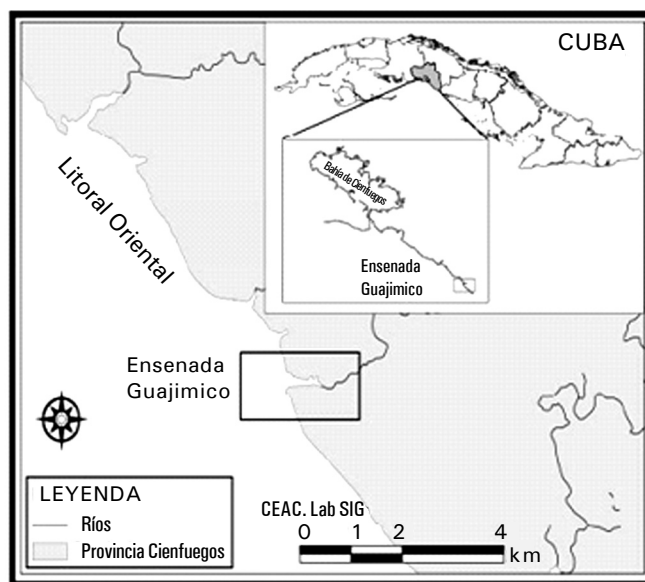


Fig. 1 Ubicación del área de estudio (Ensenada Guajimico)

El muestreo se desarrolló con frecuencia mensual, en el período comprendido desde mayo de 2011 hasta marzo de 2012, con la excepción del mes de agosto que no pudo ser muestreado.

Se midió de manera mensual la temperatura, la salinidad y el pH del agua, utilizando una sonda digital

multiparamétrica modelo YSI-30. Con el propósito de evaluar el estado del agua, se midieron nutrientes (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) y la clorofila *a*, con una frecuencia semestral, para lo cual se tomó una muestra de agua en un mes distintivo de la época lluviosa (septiembre), y otra de la época seca (enero). Los ensayos

analíticos se realizaron en el Laboratorio de Ensayos Ambientales (LEA) del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC), según los métodos descritos en el manual de procedimientos de esta instalación, y para el análisis de la clorofila *a* se siguió la metodología descrita por APHA (1998).

Por su abundancia en la zona, el sustrato escogido para determinar la abundancia de los dinoflagelados tóxicos, fueron especies de macroalgas del género *Dyctiota*. Mediante buceo autónomo se colectaron al azar aproximadamente 50 g de macroalgas, las que se introdujeron en bolsas de nailon. Se tomaron en un transecto horizontal a la costa, de aproximadamente 10 m de longitud, a una profundidad entre 0,5 y 1 m.

La clasificación de los organismos se realizó de acuerdo con los criterios de Faust & Gullledge (2002) y Litaker *et al.* (2009).

La identidad de las especies de *Ostreopsis* y *Gambierdiscus* fue corroborada por análisis filogenético de ácidos nucleicos, en colaboración con el Centro Oceanográfico de Vigo, España. Por otra parte se determinó la presencia de palitoxina (PLTX) en una muestra natural de extracto microalgal, mediante el análisis de actividad hemolítica en eritrocitos humanos, bioensayos en ratones, y cromatografía líquida con detección de fluorescencia, según la metodología descrita por Riobó & Franco (2011).

Para el recuento celular se usaron cámaras de sedimentación según el método de Utermöhl modificado por Edler & Elbrachter (2010). Se realizó el conteo de tres submuestras tomadas de la muestra mensual total. La abundancia de los dinoflagelados se expresó en forma de densidad celular (cél./g de macroalga húmeda).

Utilizando el paquete estadístico STATISTICA 8.0, se realizó un análisis ANOVA por rangos de Kruskal-Wallis ( $p < 0,01$ ), para determinar diferencias en la riqueza de especies y en los valores de abundancia de estos microorganismos durante los meses muestreados. Cuando se detectaron diferencias, se empleó el test de la U de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ), y una comparación

múltiple de medias no paramétrica ( $p < 0,01$ ), respectivamente. Con el propósito de analizar la posible relación entre la abundancia de los dinoflagelados con la temperatura, y salinidad del agua, se desarrolló un análisis de correlación por rangos de Spearman ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de parámetros físico-químicos del agua

El máximo de temperatura se registró en el mes de septiembre (30,7 °C), mientras que el mínimo fue en enero (25,2 °C). La temperatura del agua puede ser relacionada con la temperatura atmosférica, lo que permite comprender que en el período lluvioso los valores de temperatura resultaran ser superiores que los registrados para el período seco.

Los valores de salinidad no variaron prácticamente durante el período de estudio. En la época lluviosa estos oscilaron entre 35,3 y 35,7 ups, con un valor medio y una desviación estándar de 35,52 ups y 0,2 ups, respectivamente. En cambio, en la seca se registraron entre 35,4 y 35,7 ups, con una media 35,56 ups, y desviación estándar de 0,1 ups, lo que se corresponde con las características del área de estudio, que es una zona poco lluviosa, y posee un pequeño aporte fluvial del arroyo La Jutía.

Los valores de pH presentaron poca variación (desde 8,06 en los meses de junio y julio hasta 8,11 en el mes de enero). Se detectaron bajas concentraciones de nutrientes y de clorofila *a* (TABLA 1). Según los rangos establecidos en la NC 25 (1999), para los nutrientes, el área presenta aguas de buena calidad, lo que demuestra el poco impacto antropogénico sobre la misma. A partir de la escala de clasificación de las aguas para evaluar el estado trófico dada por Contreras *et al.* (1994), se confirmó que en la zona de estudio son oligotróficas.

TABLA 1. Resultados de indicadores hidrológicos por período climático

Temporada	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> μmol/L	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> μmol/L	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> μmol/L	P-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> μmol/L	Clorofila <i>a</i> ug/L
Seca	< 0,014	< 0,114	< 0,614	< 0,142	0,11
Lluvia	0,35	< 0,114	1,428	< 0,142	0,16

### Identificación de los dinoflagelados y distribución

Se identificaron tres géneros y seis especies de dinoflagelados epibentónicos tecados potencialmente tóxicos:

*Gambierdiscus caribaeus*, *Ostreopsis lenticularis*, *Prorocentrum belizeanum*, *P. concavum*, *P. lima* y *P. rathymum*.

*G. caribaeus* se reporta por primera vez para Cuba, y este resultado fue corroborado por análisis filogenético

de ácidos nucleicos en el Centro Oceanográfico de Vigo, España. El resto de las especies habían sido halladas en la Bahía de Cienfuegos.

En el género *Gambierdiscus* las diferencias morfológicas entre especies son muy sutiles, lo que significa que la identificación de estos organismos utilizando como único método la microscopía de luz, no es suficiente; se necesitan otros métodos más avanzados, entre ellos la microscopía electrónica, y el análisis filogenético de ácidos nucleicos. La talla y la morfología de las placas de *G. caribaeus*, estuvo comprendida dentro del rango de la especie descrito por Litaker *et al.* (2009). Debido a su amplia distribución geográfica (Litaker *et al.*, 2010), esta especie podría ser el agente causante del síndrome de la ciguatera en la provincia de Cienfuegos y otras regiones del país.

La morfología descrita para la especie *O. lenticularis* se ajustó a la descripción taxonómica ofrecida por Fukuyo (1981) y Faust *et al.* (1996). Esta especie ha sido encontrada en áreas someras tropicales asociadas a arrecifes (Rhodes, 2011), fundamentalmente en aguas del Océano Atlántico y el Caribe (Ashton *et al.*, 2003; Delgado *et al.*, 2006; Moreira, 2009).

Las dimensiones de *P. belizeanum* coinciden con la descripción original para la especie ofrecida por Faust (1993). Se localiza comúnmente en aguas tropicales (Steidinger & Tangen, 1996). En costas cubanas la han identificado tanto en el litoral de La Habana (Delgado *et al.*, 2002; Delgado *et al.*, 2006), como en el de Cienfuegos (Moreira, 2009).

Las dimensiones de *P. concavum* fueron ligeramente superiores en comparación con la descripción original dada por Fukuyo (1981), mientras que se corresponden con el rango ofrecido por Faust & Gullledge (2002), Delgado *et al.* (2002), y el de la especie encontrada en Malasia por Mohammad-Noor *et al.* (2007). Es una especie tropical y nerítica (Steidinger & Tangen, 1996), lo que indica la naturalidad de encontrarla en la zona de estudio.

*P. lima* presentó una talla comprendida dentro del rango dado por Dodge (1975), Delgado *et al.* (2000) y Mohammad-Noor *et al.* (2007). Esta especie es de amplia distribución mundial, nerítica, de ambientes estuarinos (Steidinger & Tangen, 1996), lo que coincide con su presencia en el área. Delgado *et al.* (2000), Delgado *et al.* (2006) y Moreira (2009), la detectaron con anterioridad en nuestro país.

Las dimensiones de *P. rathymum* se corresponden con las ofrecidas por Fukuyo (1981), y son superiores a las dadas por Mohammad-Noor *et al.* (2007). Varios autores (Faust *et al.*, 1999; Hansen *et al.*, 2001; Faust & Gullledge, 2002) consideraron a *P. rathymum* como sinónimo de *P. mexicanum* Tafall; sin embargo, Cortés-Altamirano & Sierra-Beltrán (2003), se basaron en la forma celular, la ornamentación de la superficie valvar, el hábitat y la biogeografía para demostrar que estas

son especies diferentes. Teniendo en consideración que *P. mexicanum* es una especie planctónica (Cortés-Altamirano & Sierra-Beltrán, 2003), se puede plantear que los informes de este dinoflagelado para aguas cubanas como epífito sobre macroalgas (Delgado *et al.*, 2002; Delgado *et al.*, 2006; Moreira, 2009), se corresponden realmente con la especie epibentónica *P. rathymum*. Es posible asumir que *P. rathymum* es cosmopolita, debido a que se ha encontrado en ambos hemisferios (34° N-17° S) en el Océano Pacífico y el Caribe (Cortés-Altamirano & Sierra-Beltrán, 2003).

### Conteo y estimación de la densidad de dinoflagelados. Relación de la abundancia de las especies con la temperatura y salinidad del agua

El número de especies detectadas mensualmente varió desde dos, en el mes de octubre, hasta cinco, en los meses de junio, julio, noviembre, diciembre y enero (Fig. 2). *G. caribaeus*, *O. lenticularis* y *P. belizeanum* fueron las especies de mayor frecuencia de aparición. *G. caribaeus*, y *O. lenticularis* fueron las únicas especies observadas todos los meses.

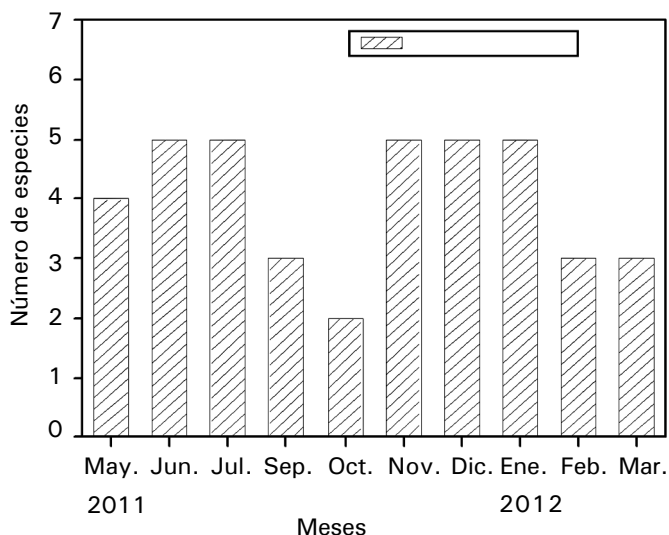


Fig. 2 Número de especies detectadas en los meses muestreados

La composición específica de dinoflagelados epibentónicos tecados potencialmente tóxicos en la ensenada de estudio, es típica de ambientes tropicales saludables. En ambientes similares varios autores (Fukuyo, 1981; Faust, 1995; Mohammad-Noor *et al.*, 2007), han encontrado coexistiendo a especies de los géneros *Gambierdiscus*, *Ostreopsis*, *Prorocentrum*, *Coolia* Meunier y *Amphidinium* Claperède *et* Lachmann. La riqueza total de especies fue

superior a la detectada por Pombo (2000) en la Bahía de Cienfuegos, quien observó el predominio de *P. lima*, una especie tolerante a cambios bruscos de las condiciones ecológicas. Resultados diferentes fueron observados por Delgado *et al.* (2006) en el litoral habanero, pues encontraron siete especies de dinoflagelados tóxicos, con el predominio de *P. lima* y *G. toxicus*.

La concentración total de dinoflagelados varió desde  $1,15 \times 10^4$  hasta  $5,89 \times 10^5$  cél./g de macroalga húmeda, en

los meses de octubre y febrero, respectivamente. Las especies predominantes, en orden de importancia, fueron *O. lenticularis*, *P. belizeanum*, y *G. caribaeus* (Fig. 3). *O. lenticularis* fue tan abundante que definió la abundancia relativa total de especies; sus valores de abundancia relativa siempre fueron superiores al 85 %. *P. concavum*, *P. lima*, y *P. rhathymum* presentaron bajos valores de abundancia relativa, que no superaron el 1 %.

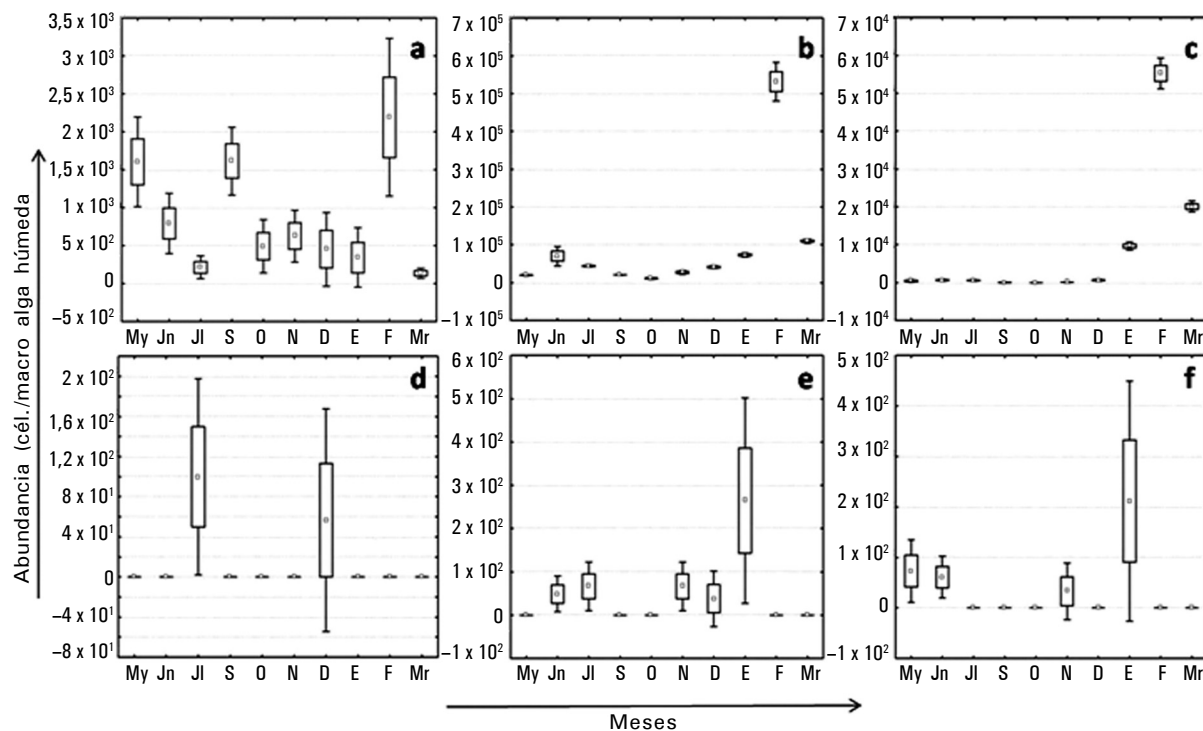


Fig. 3 Valores de abundancia relativa por especie (a: *Gambierdiscus caribaeus*; b: *Ostreopsis lenticularis*; c: *Prorocentrum belizeanum*; d: *P. concavum*; e: *P. lima*; f: *P. rhathymum*) con respecto al tiempo

En los meses de septiembre y octubre, se observó una disminución de la abundancia relativa de macroalgas y un incremento de la abundancia relativa de cianobacterias oportunistas (*Oscillatoria margaritifera* Gomont), a lo que puede asociarse que en estos meses se detectarían los menores valores de riqueza de especies de dinoflagelados.

El análisis estadístico para los valores de abundancia entre meses (KW,  $p < 0,01$ ), indicó que existen diferencias significativas para todas las especies.

El análisis de correlación por rangos de Spearman ( $p < 0,05$ ) no mostró relación entre la abundancia de las especies y el factor temperatura, mientras que sí lo hizo para la salinidad, aunque fueron correlaciones débiles. Las especies con correlación entre su abundancia y la salinidad fueron *O. lenticularis* ( $r = 0,53$ ), *P. belizeanum* ( $r = 0,62$ ), y *P. rhathymum* ( $r = 0,47$ ).

Los valores de densidad obtenidos para *G. caribaeus* se encuentran en el rango estimado por Litaker *et al.* (2010) para el género, en los Océanos Atlántico y Pacífico. Se conoce que esta especie crece bien en condiciones de laboratorio entre  $22-33$  °C, y óptimamente entre  $29-33$  °C (Litaker *et al.*, 2009), y a pesar de que el análisis estadístico no mostró correlación entre la abundancia y el factor temperatura, la temperatura del agua pudo favorecer la constancia de sus concentraciones durante el período de estudio.

Se ha sugerido que además de la temperatura del agua y la salinidad, otros factores determinan el desarrollo de *Gambierdiscus* spp., entre los que se encuentran la concentración de nutrientes, la competencia con otros microorganismos y factores de crecimiento endógenos (Chateau-Degat *et al.*, 2005), lo cual es aplicable a todas las especies encontradas en la zona de estudio.

El máximo valor de abundancia de *O. lenticularis* en el mes de febrero estuvo cercano al máximo encontrado para *Ostreopsis* spp. ( $5,9 \times 10^5$  cél./g de macroalga húmeda) en el Mediterráneo, que es uno de los valores más altos registrados para especies de dinoflagelados bentónicos (Vila *et al.*, 2001). Pudiera ser que la temperatura para el crecimiento óptimo de esta especie se encuentre cercana a los 26 °C, lo que explicaría los mayores picos de abundancia en los meses de febrero y marzo. Sin embargo, se debe brindar especial énfasis en el futuro al estudio de micronutrientes presentes en el entorno de las macroalgas, debido a que el incremento de la disponibilidad de nutrientes como el fósforo, podría estar relacionado con la proliferación de *O. lenticularis*.

*P. belizeanum* no se detectó en el mes de octubre, lo que podría deberse a que en los meses de septiembre y noviembre se observaron los valores de abundancia más bajos. Es interesante señalar que Delgado *et al.* (2002) hallaron este dinoflagelado en las costas cienfuegueras solo en el mes de febrero, que coincide con el mes de mayor abundancia de la especie según los resultados de este trabajo.

En cuanto a la especie *P. concavum*, los resultados obtenidos en esta investigación no son suficientes para ser discutidos a profundidad y compararlos con los obtenidos por otros autores, no obstante, es válido destacar que Delgado *et al.* (2002) detectaron solo en el mes de mayo a esta especie como epífita de macroalgas en costas cienfuegueras, con una concentración de  $6,51 \times 10^2$  cél./g de macroalga húmeda.

Delgado *et al.* (2000), registraron densidades de *P. lima* entre 20-32 cél./g de macroalga húmeda, que resultan menores en comparación con las concentraciones detectadas en la ensenada (de 40 a  $2,62 \times 10^2$  cél./g de macroalga); mientras que en otras investigaciones (Pombo, 2000; Delgado *et al.*, 2006) detectaron a la especie como la predominante. Moreira (2009) observó que *P. lima* era abundante en la época lluviosa (93 cél./g de macroalga), y muy poco abundante en la seca (9 cél./g de macroalga), lo cual no se corresponde con el presente resultado. Según Morton *et al.* (1992), el crecimiento óptimo de *P. lima* se desarrolla a temperaturas entre 26-28 °C, y con una salinidad por debajo de 35 ups.

*P. rhathymum* se observó en bajas concentraciones a pesar de que Morton *et al.* (1992), indicaron que esta especie (citada como *P. mexicanum*) mostraba un crecimiento óptimo a temperaturas entre 26-28 °C, y a salinidades oceánicas típicas (~ 36 ups). Delgado *et al.* (2006), encontraron a la especie (citada como *P. mexicanum*) en densidades inferiores a 103 cél./g de macroalga húmeda, lo cual se corresponde con los resultados obtenidos. Por el contrario, Moreira (2009) detectó un florecimiento de  $3,1 \times 10^3$  cél./g de macroalga, en la Bahía de Cienfuegos.

### **Análisis de palitoxina en una muestra natural de extracto microalgal**

El extracto microalgal de *O. lenticularis* fue tóxico, debido a que mostró actividad hemolítica por la presencia de PLTX. Los ratones inyectados con el extracto de esta especie, murieron entre 4 y 24 h después de la inyección, manifestando los síntomas típicos relacionados con la toxina. El contenido de toxina en las células se estimó en 0,12 pg/cél., mediante el método cromatográfico y biológico.

En el Caribe (Puerto Rico e Islas Vírgenes), investigaciones con cultivos de *O. lenticularis* han demostrado la toxicidad de esta especie solo a través de bioensayos en ratones (Tindall *et al.*, 1990; Ashton *et al.*, 2003).

La presencia de abundantes poblaciones de *O. lenticularis* en la zona de estudio, señala una potencial amenaza a la salud pública. La PLTX producida por un florecimiento de *Ostreopsis* spp., ha sido asociada a intoxicaciones por diferentes rutas de exposición, como por ejemplo, la ingestión de mariscos contaminados, la inhalación, o la exposición cutánea a aguas marinas que contengan aerosol de esta toxina (Tubaro *et al.*, 2011). Varios autores plantean la posible implicación de *Ostreopsis* spp. en el síndrome de ciguatera (Vila *et al.*, 2001; Ashton *et al.*, 2003; Riobó, 2008).

## **CONCLUSIONES**

1. Se identificaron tres géneros y seis especies de dinoflagelados epibentónicos tecados potencialmente tóxicos: *G. caribaeus*, *O. lenticularis*, *P. belizeanum*, *P. concavum*, *P. lima* y *P. rhathymum*. *G. caribaeus* constituye un nuevo registro para las aguas cubanas.
2. Las especies *O. lenticularis*, *G. caribaeus* y *P. belizeanum* fueron las de mayor frecuencia de aparición y predominantes por su abundancia. *O. lenticularis* fue la especie predominante en todos los meses de colecta, sus valores porcentuales de abundancia relativa fueron muy superiores al resto de las especies, siempre por encima del 85 %.
3. En cuanto a los factores ambientales que puedan relacionarse con la abundancia de los dinoflagelados estudiados, se puede plantear que la temperatura y la salinidad no influyeron en la densidad de las especies.
4. Se demostró la presencia de PLTX en el extracto microalgal de *O. lenticularis*. El presente estudio podría ser el primer informe de PLTX en esta especie determinada tanto por métodos biológicos y químicos.

## AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Ensayos Ambientales del CEAC. Esta investigación se desarrolló con el apoyo del Proyecto de cooperación técnica del Organismo Internacional de Energía Atómica "Diseño e implementación de sistemas de alerta temprana y evaluación de la toxicidad de los florecimientos algales nocivos (FANs) en la región del Caribe, aplicando técnicas nucleares" (ARCAL RLA, 7/014).

## REFERENCIAS

- APHA-WPCF-AWWA (1998). Standard Methods for the examination of Water and Wastewater (20<sup>th</sup> ed., 210 pp.). American Public Health Association.
- Ashton, M., Tosteson, T. & Tosteson, C. (2003). The effect of elevated temperature on the toxicity of the laboratory cultured dinoflagellate *Ostreopsis lenticularis* (Dinophyceae). *Rev. Biol. Trop.*, 51, 1-6.
- Chateau-Degat, M. L., Chinain, M., Cerf, N., Gingras, S., Hubert, B. & Dewailly, E. (2005). Seawater temperature, *Gambierdiscus* spp. variability and incidence of ciguatera poisoning in French Polynesia. *Harmful Algae*, 4, 1053-1062.
- Contreras, F., Castañeda, O. & García, A. (1994). La clorofila *a* como base para un índice trófico en lagunas costeras mexicanas. *Ann. Inst. Cienc. Mar. Limnol.*, 21 (1-2), 55-66.
- Cortés-Altamirano, R. & Sierra-Beltrán, A. (2003). Morphology and taxonomy of *Prorocentrum mexicanum* and reinstatement of *Prorocentrum rhathymum* (Dinophyceae). *J. Phycol.*, 39, 221-225.
- Delgado, G., Popowski, G. & Nodar, R. (2000). Primer reporte de *Prorocentrum lima* (EHR) Dodge 1975, en aguas cubanas. *Rev. Invest. Mar.*, 21 (1-3), 103-105.
- Delgado, G., Popowski, G. & Pombo, M. C. (2002). Nuevos registros de dinoflagelados tóxicos epibénticos para Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 23 (3), 229-232.
- Delgado, G., Lechuga-Devéze, C. H., Popowski, G., Troccoli, L. & Salinas, C. A. (2006). Epiphytic dinoflagellates associated with ciguatera in the northwestern coast of Cuba. *Rev. Biol. Trop.*, 54 (2), 299-310.
- Dodge, J. D. (1975). The Prorocentrales (Dinophyceae). II. Revision of the taxonomy within the genus *Prorocentrum*. *Dodge Bot. J. Linn. Soc.*, 71, 103-125.
- Edler, L. & Elbrachter, M. (2010). The Utermöhl method for quantitative phytoplankton analysis. In B. Karlson, C. Cusack & E. Bresnan (Eds.), *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis* (110 pp). IOC Manuals and Guides 55, UNESCO, Paris.
- FAO (2004). *Marine biotoxins*. FAO Food and Nutrition Paper 80, 278 pp.
- Faust, M. A. (1993). *Prorocentrum belizeanum*, *Prorocentrum elegans* and *Prorocentrum caribbaeum*, three new benthic species (Dinophyceae) from a mangrove island Twin Cays, Belize. *J. Phycol.*, 29, 100-107.
- Faust, M. A. (1995). Observation of sand-dwelling toxic dinoflagellates (Dinophyceae) from widely differing sites, including two new species. *J. Phycol.*, 31, 996-1003.
- Faust, M. A., Morton, S. L. & Quod, J. P. (1996). Further SEM study of the marine dinoflagellates: the genus *Ostreopsis* (Dinophyceae). *J. Phycol.*, 32, 1053-1065.
- Faust, M. A., Larsen, J. & Moestrup, Ø. (1999). Potentially toxic phytoplankton. 3. Genus *Prorocentrum* (Dinophyceae). In J. A. Lindley (Ed.), *ICES Identification Leaflets for Plankton* (pp. 1-23). International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen.
- Faust, M. & Gullede, R. (2002). *Identifying Harmful Marine Dinoflagellates*. Smithsonian Contributions from the United States National Herbarium, vol. 42, 144 pp.
- Fukuyo, Y. (1981). Taxonomical study on benthic dinoflagellates collected in coral reefs. *B. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 47, 967-78.
- Hansen, G., Turquet, J., Quod, J. P., Ten-Hage, L., Lugomela, C., Kyewalyanga, M., Hurbungs, M. *et al.* (2001). *Potentially Harmful Microalgae of the Western Indian Ocean – a guide base on preliminary survey*. IOC Manuals and Guides No. 41. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, 105 pp.
- Litaker, R. W., Vandersea, M. W., Faust, M. A., Kibler, S. R., Chinain, M., Holmes M. J., Holland, W. C. *et al.* (2009). Taxonomy of *Gambierdiscus* including four new species, *Gambierdiscus caribaeus*, *Gambierdiscus carolinianus*, *Gambierdiscus carpenteri* and *Gambierdiscus ruetzleri* (Gonyaulacales, Dinophyceae). *Phycol.*, 48, 344-390.
- Litaker, R. W., Vandersea, M. W., Faust, M. A., Kibler, S. R., Naua, A. W., Holland, W. C., Chinain, M. *et al.* (2010). Global distribution of ciguatera causing dinoflagellates in the genus *Gambierdiscus*. *Toxicon.*, 56, 711-730.
- Mohammad-Noor, N., Daugbjerg, N., Moestrup, Ø. & Anton, A. (2007). Marine epibenthic dinoflagellates from Malaysia - a study of live cultures and preserved samples based on light and scanning electron microscopy. *Nord. J. Bot.*, 24, 629-690.
- Moreira, A. (2009). New toxic benthic dinoflagellates from south central Cuba. *Harmful Algae News*, 39, 15-16.
- Moreira, A. (2010). Dinoflagellate blooms in eutrophic zones of Cienfuegos Bay, Cuba. *Harmful Algae News*, 41, 10-11.

- Morton, S. L., Norris, D. R. & Bomber, J. W. (1992). Effect of temperature, salinity and light intensity on the growth and seasonality of toxic dinoflagellates associated with ciguatera. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, *157* (1), 79-90.
- NC 25 (1999). Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente. Hidrosfera. República de Cuba, 9 pp.
- Pombo, M. (2000). Dinoflagelados tóxicos bentónicos asociados con la ciguatera en dos localidades del litoral cubano. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Biología Marina con Mención en Ecología Marina. Universidad de La Habana, 52 pp.
- Rhodes, L. (2011). World-wide occurrence of the toxic dinoflagellate genus *Ostreopsis* Schmidt. *Toxicon.*, *57*, 400-407.
- Riobó, P. (2008). Palitoxinas, ensayos biológicos y métodos químicos para su determinación en organismos marinos. Tesis de doctorado. Universidad de Vigo, 104 pp.
- Riobó, P. & Franco, J. M. (2011). Palytoxins: Biological and chemical determination. *Toxicon.*, *57*, 368-375.
- Steidinger, K. & Tangen, K. (1996). Dinoflagellates. In C. Tomas (Ed.), *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates* (pp. 387-584). Academic Press, Inc.
- Tindall, D. R., Miller, D. M. & Tindall, P. M. (1990). Toxicity of *Ostreopsis lenticularis* from the British and United States Virgin Islands. In E. Graneli, B. Sundstrom, L. Edler & D. M. Anderson, (Eds.), *Toxic Marine Phytoplankton* (pp. 424-429). Elsevier, New York.
- Tubaro, A., Durando, P., Del Favero, G., Ansaldi, F., Icardi, G., Deeds, J. R. & Sosa, S. (2011). Case definitions for human poisonings postulated to palytoxins exposure. *Toxicon.*, *57*, 478-495.
- Vila, M., Garcés, E. & Masó, M. (2001). Potentially toxic epiphytic dinoflagellate assemblages on macroalgae in the NW Mediterranean. *Aquat. Microb. Ecol.*, *26*, 51-60.