Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, 53 (2): 161-170 (2014) 5 Fig., 3 Tabs.

DINOFLAGELADOS EPIBENTÓNICOS PRESENTES EN DIFERENTES SUSTRATOS EN LA BAHÍA TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA

Grecia Navarro-Vargas[1]; José R.Díaz-Ramos[2]; Luis Troccoli-Ghinaglia[3] & Sonia Subero-Pino[1]

[1] *Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*

[2]*Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela..*

[3] *Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente, Isla de Margarita, Venezuela.*
atena-88@hotmail.com

RESUMEN: Existe muy poca información sobre la ciguatera y los dinoflagelados responsables que la producen en Venezuela. El objeto de este trabajo fue evaluar la presencia de dinoflagelados epibentónicos en la bahía de Turpialito, costa sur del golfo de Cariaco. Se midió la salinidad y la temperatura superficial del agua. La recolección de las muestras se realizó quincenalmente durante el periodo mayo-noviembre de 2012. Se recolectaron los organismos presentes sobre hojas de *Thalassia testudinum* (ex Konig), talos de macroalgas y botellas plásticas (cap. 350 ml). Todas las muestras fueron fijadas con formaldehido (40%). Se utilizó una submuestra para la identificación de los organismos y la otra para la cuantificación de los mismos utilizando el método de sedimentación de Utermöhl. La salinidad y la temperatura del agua variaron en los intervalos 37 - 39 UIS y 27 - 31 °C, respectivamente. Se identificaron individuos pertenecientes a dos géneros y nueve especies. En orden de importancia de acuerdo con su frecuencia de aparición, estas fueron: *Ostreopsis siamensis*, *Prorocentrum lima*, *P. mexicanum*, *P. concavum*, *P. minimum*, *Prorocentrum* sp., *Ostreopsis* sp., *P. micans* y *P. cf. compresum*. El máximo número de especies (seis) fue hallado sobre *T. testudinum* y el mínimo (dos) sobre *Caulerpa racemosa*. Por otra parte, las especies con la mayor abundancia relativa (%) fueron: *O. siamensis* 86% (44 x 103 org g-1) en la macroalga *Sargassum* sp., seguida de *P. mexicanum* 61% (22 x 103 org g-1) sobre *C. sertulariodes*. Se determinó que el estado de la marea influyó de forma significativa en la abundancia de *P. mexicanum* (KW = 5,10; $p < 0,05$), mientras que el sustrato influyó de manera significativa en la abundancia de *P. lima* (KW = 36,60; $p < 0,05$). Los resultados indicaron que los dinoflagelados epibentónicos estuvieron presentes en todas las muestras recolectadas durante el estudio. La variabilidad en la abundancia y presencia de las especies se atribuyó a cambios naturales y a las diferencias en el tipo de sustrato.

Palabras clave: Microalgas marinas tropicales, ciguatera, Mar Caribe, microalgas epifitas.

ABSTRACT: There is little information about ciguatera and the dinoflagellates responsible for it in Venezuela. The object of this study was to evaluate the presence of epibenthic dinoflagellates in Turpialito Bay, located on the southern coast of the Gulf of Cariaco. Surface sea water salinity and temperature were measured. Sampling was done fortnightly during the period May-November 2012. The organisms were collected from *Thalassia testudinum* (Banks ex König) leaves, macroalgal thalli, and plastic bottles (350 ml). All samples were fixed with formaldehyde (40%). A subsample was used to identified the organisms and the other was used to quantified them following Utermöhl´s method. Salinity and temperature varied in the intervals 37 - 39 and 27 - 31 °C, respectively. Individuals belonging to two genera and nine species were identified. According to their frequency in the samples, these were: *Ostreopsis siamensis*, *Prorocentrum lima*, *P. mexicanum*, *P. concavum*, *P. minimum*, *Prorocentrum* sp., *Ostreopsis* sp., *P. micans* and *P. cf. compresum*. The maximum number of species (six) was found on *T. testudinum* while the minimum (two) was found on *Cauerpa racemosa*. On other hand, the species with the greatest relative abundance were: *O. siamensis* (86% or 44 x 103 org g-1) on the macroalgae *Sargassum* sp. and *P. mexicanum* (61% or 22 x 103 org g-1) on *C. sertulariodes*. It was determined that tidal state had a significant influence on the abundance of *P. mexicanum* (KW = 5.10; $p < 0,05$), while the type of substrate had a significant influence on the abundance of *P. lima* (KW = 36.60; $p < 0,05$). The results indicated that epibenthic dinoflagellates were present in all the samples collected throughout the study. The variability in the presence and abundance of the species was attributed to natural changes and differences in the type of substrate.

Key words: Tropical marine microalgae, ciguatera, Caribbean Sea, epiphytic microalgae.

INTRODUCCIÓN

Los dinoflagelados son los protistas más estudiados tanto por su importancia en los ecosistemas costeros como por su relevante papel en el origen de las células eucariotas, o por su interés aplicado debido a la toxicidad que presentan algunas de sus especies (Aguilera *et al*. 1993). La abundancia y distribución de los dinoflagelados toxigénicos en los ecosistemas marinos del mundo ha aumentado considerablemente. Los eventos de toxicidad

son producidos por organismos planctónicos y bentónicos (DELGADO *et al*. 2002). Los últimos están comúnmente asociados con organismos que habitan sobre macroalgas (verdes, pardas y rojas), pastos marinos, sedimentos y arrecifes de coral, tanto en las regiones tropicales como las subtropicales del Océano Pacífico, Océano Índico y el Mar Caribe (DELGADO *et al*. 2006; DOLAH 2000).

Debido al incremento producido en la intensidad, frecuencia y distribución geográfica de eventos tóxicos y/o nocivos provocadas por microalgas (plantónicas y bentónicas, o ambas) se hace cada vez más necesario realizar estudios relacionados con la taxonomía y la ecología de cada una de las especies implicadas en estos eventos. Además, existe una creciente preocupación por el incremento de la temperatura de las aguas costeras asociados al cambio climático, que podrían aumentar la incidencia de afecciones causadas por ciguatera (TESTER *et al*. 2010). Ésta es una intoxicación en seres humanos causada por el consumo de pescado que ha acumulado las toxinas (ciguatoxinas, maitotoxina y palitoxina) que producen la ciguatera (LEHANE & LEWIS 2000).

La región del Mar Caribe es considerada como una de las de mayor incidencia de ciguatera a nivel mundial (MAYA *et al*. 2007). Sin embargo, las costas venezolanas han recibido poca atención en cuanto a este fenómeno (VALERIO GONZÁLEZ & DÍAZ-RAMOS 2008). En Venezuela, el único reporte oficial de esta intoxicación fue hecho por LA BARBERA DE OLIVEROS (1992). En tal sentido, dado que los dinoflagelados bentónicos son miembros importantes de las cadenas y redes tróficas costeras, es necesario determinar su presencia en aguas venezolanas. Por esto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la composición específica y variación temporal de los dinoflagelados asociados a *T testudinum*, macroalgas y otros sustratos en la bahía de Turpialito, golfo de Cariaco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron en la bahía Turpialito (10º26'56''Lat. N y 64º02'00''Long. W), golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela, quincenalmente desde el 25/05 hasta 16/11/12 lo cual cubre los periodos de transición y relajación en el nororiente de Venezuela (RIVAS-ROJAS *et al*. 2007). La bahía es un pequeño cuerpo de agua de poca profundidad (< 4m) cuyo eje mayor está orientado norte-sur. La sección norte se abre al golfo de Cariaco mientras que la parte sur, sureste esta bordeada de manglares. Se midió salinidad y temperatura *in situ* con un refractómetro manual (Atago) y un termómetro ambiental (± 1ºC), respectivamente. Además, se registró el estado de la marea (pleamar o bajamar).

Las muestreos se realizaron en las inmediaciones del muelle de la bahía de Turpialito. Para la recolección y aislamiento de los dinoflagelados epífitos de *T. testudinum* y macroalgas se utilizó la metodología descrita por VALERIO GONZÁLEZ & DÍAZ-RAMOS (2008). En cada visita, se tomó una muestra de hojas de *T. testudinum* y de cada una de las macroalgas presentes. Por otra parte, para la recolección de los dinoflagelados bentónicos presentes sobre botellas plásticas (500-600 mL), se fijaron tres botellas a las raíces de los mangles por debajo de la línea de bajamar con ayuda de abrazaderas plásticas. Luego de un periodo igual o mayor a 15 días, estas se despegaron de las raíces y bajo la superficie se colocaron en bolsas de cierre hermético; finalmente, las botellas fueron tratadas del mismo modo que las muestras recolectadas en *T. testudinum* y las macroalgas. Cabe mencionar que este tipo de muestreo se inicio el 08/06/2012.

Una vez en el laboratorio, todas las muestras fueron pasadas por un tamiz (300 µm, de apertura de poro), para eliminar las partículas de gran tamaño. Una porción de las muestras fue utilizada para la identificación y el resto para la cuantificación de los dinoflagelados potencialmente tóxicos. Por otra parte, las hojas de *T. testudinum* y láminas de las macroalgas fueron secadas a temperatura ambiente en el laboratorio durante 72 h. Al cabo de este lapso de tiempo fueron pesadas en una balanza (AND EK-1200A ± 0,1 g).

Los organismos se identificaron según los criterios taxonómicos y morfológicos establecidos por ADACHI & FUKUYO (1979), FUKUYO (1981), BALECH (1988), LARSEN & MOESTRUP (1989), FAUST (1990, 1991, 1993, 1996) y LICEA *et al.* (1995). La abundancia celular se determinó según el método de UTERMÖHL (1958) utilizando un microscopio invertido (Wild Heerbrugg M40). Posteriormente, los datos de abundancia en organismos por unidad de volumen (org. ml^{-1}) fueron transformados a organismos por unidad de masa (org. g^{-1}). Para estudiar el efecto del estado del mar y el tiempo sobre la salinidad, la temperatura y, además, el sustrato sobre la abundancia de los organismos se aplicó un análisis de variancia no paramétrico Kruskall-Wallis (BOYER *et al*. 1997).

RESULTADOS

Durante el estudio, la salinidad fue similar a la del agua de mar (37–39 ppm). Se demostró la existencia de diferencias significativas en la salinidad con respecto al tiempo y la marea (KW = 56,0 y KW = 17,67; p < 0,05; Fig. 1A). La temperatura varió entre 27 y 31 °C. El valor más bajo (27 °C) se midió el 29/06 y el 13/07, mientras que el más alto (31 °C) se midió 02/08 y coincidió con el mayor valor de salinidad. A diferencia de la salinidad, la temperatura varió de forma significativa con respecto al tiempo y al nivel mareal (KW = 56,0 y KW = 17,26, respectivamente; p < 0,05; Fig. 1B).

Los dinoflagelados bentónicos fueron recolectados como epífitos de las hojas de *T. testudinum* (Banks ex König) y de las láminas o frondas de cinco especies de macroalgas. Ninguna de las plantas marinas muestreadas estuvo presente durante todo el estudio. *T. testudinum* fue el sustrato vegetal más frecuente y sólo estuvo ausente el 26/10/2012. Entre las macroalgas, *Caulerpa sertularioides* (Howe) y *Halimeda opuntia* (Lamouroux) fueron las más frecuentes, siendo colectadas en ocho muestreos realizados a partir del 02/08/2012; por otra parte, *Dictyota* sp. sólo pudo ser colectada el 29/06/2012.

Se identificaron dinoflagelados bentónicos pertenecientes a dos géneros y nueve especies. Los individuos correspondientes a *P. lima* (Dodge) y *O. siamensis* (Schmidt) estuvieron presentes en todo el estudio. Por otra parte, *P. concavum* (Fukuyo) y *P. minimum* (Schiller) aparecieron en cuatro muestreos, al inicio y al final del estudio, respectivamente. Por último, *Prorocentrum cf. compressum* (Abé *ex* Dodge) y *Ostreopsis* sp. sólo fueron detectadas una vez en junio 08/06 y 29/06/2012, respectivamente (Tabla 1).

No se detectaron diferencias significativas en la abundancia total con respecto a la fecha de muestreo (KW = 4,82; p > 0,05) y el nivel mareal (KW = 0,35; p > 0,05); sin embargo, si se detectaron diferencias significativas con respecto al tipo de sustrato (KW = 39,89; p < 0,05). *Sargassum* sp. fue el sustrato donde se registró la mayor abundancia total (48 x 10^3 org.g^{-1}) aun cuando esta fue colectada tres veces durante todo el estudio (Tabla 2; Fig. 2A).

De acuerdo con la abundancia de especies, se determinó que no hubo diferencias significativas con respecto al tiempo y el nivel mareal (KW = 8,14 y KW = 1,11; P > 0,05, respectivamente) pero si hubo diferencias según el tipo de sustrato (KW = 28,30; p < 0,05; Fig. 2B). Cabe mencionar que el mayor número de especies identificadas en el estudio fue registrado en *T. testudinum* (seis) y en las botellas plásticas (cinco).

O. siamensis fue una de las especies más frecuente registrada durante el estudio, aunque no mostró diferencias

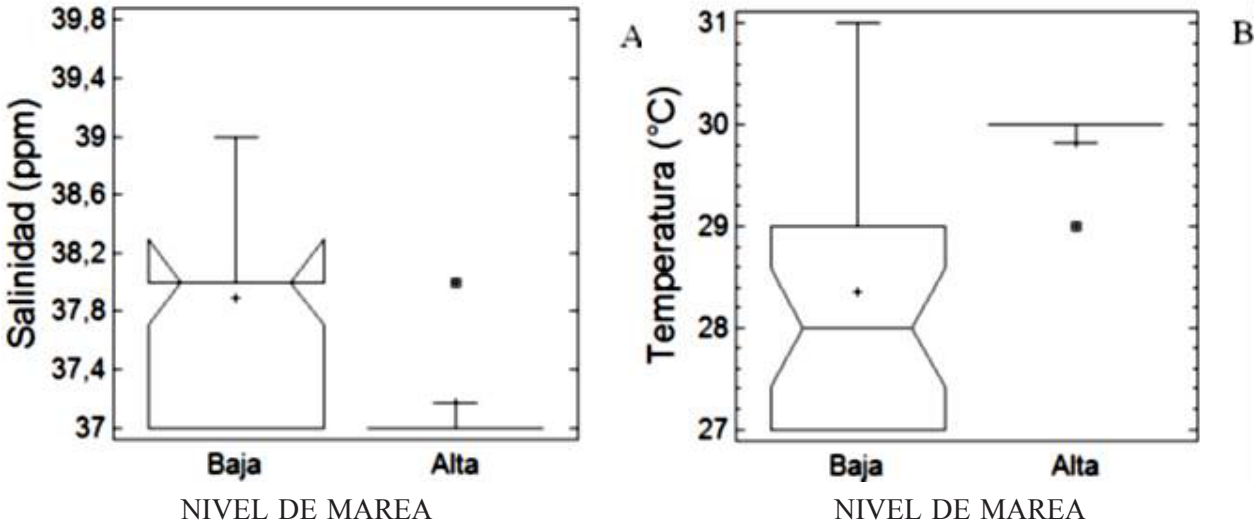


Fig. 1. Variación de la salinidad (A) y la temperatura (B) en la bahía de Turpialito, golfo de Cariaco según el nivel mareal durante el periodo 25/ 05 – 16/11/2012.

TABLA 1. Abundancia de las especies (N° de organismos g^{-1}) de dinoflagelados epibentónicos potencialmente tóxicos identificados durante el estudio en la bahía de Turpialito, golfo de Cariaco durante el periodo 25/05 – 16/11/2012.

Especies	Fecha											
	25/05	08/06	29/06	13/07	02/08	17/08	31/08	14/09	28/09	17/10	26/10	16/11
Prorocentrum cf. compressum		1										
P. concavum								5	8	4		4
P. lima	93	41	45	58	21	47	118	82	121	89	40	41
P. mexicanum		3	5	10	11	47	122	123	438	306	91	49
P. micans	2									1	1	1
P. minimum	12	1		1	2							
Prorocentrum sp.	6	1	2									
O. siamensis	15	6	354	179	8	43	116	87	46	22	25	47
Ostreopsis sp.			3									

significativas en su abundancia de acuerdo al tiempo de muestreo, nivel mareal o sustrato (KW = 8,19; KW = 10,02, KW = 11,10, respectivamente; $p > 0,05$). La menor abundancia se midió en *H. opuntia* ($1,33 \times 10^3$ org.g^{-1}) y la mayor en *Sargassum* sp. (44×10^3 org.g^{-1}; Tabla 3, Fig.3A).

Al igual que la especie anterior, la abundancia de *P. lima*, no mostró diferencias significativas en la abundancia con respecto al tiempo de muestreo y el nivel mareal (KW = 5,12 y KW = 36,60, respectivamente; $p > 0,05$). Sin embargo, esta variable si presentó diferencias significativas con respecto al tipo de sustrato (KW = 16,26; $p < 0,05$). La

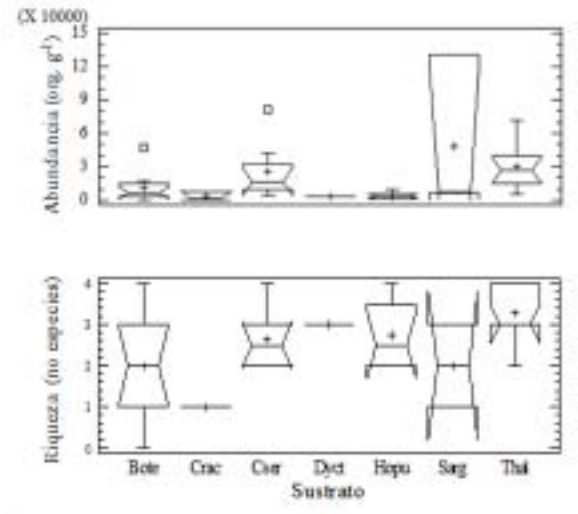


Fig. 2. Abundancia total (org g^{-1}) (A) y Riqueza (N°. de especies por muestreo) (B), de dinoflagelados bentónicos en la bahía de Turpialito, golfo de Cariaco (mayo-noviembre 2012), según el tipo de sustrato: Bote, botellas plásticas; Car, *Caulerpa. racemosa*; *C. sertularioides*; Dyc, *Dictyota* sp.; Hopu, *Halimeda opuntia*; Sar, *Sargassum* sp; Cas, y. Thal, *Thalassia testudinum.*

abundancia de esta especie estuvo en el intervalo 0,5 – $1,1 \times 10^4$ org g^{-1} en *Dyctiota* sp. y en *T. testudinum*, respectivamente (Tabla 3, Fig.3B).

La abundancia de *P. mexicanum* (Tafall) no mostró diferencias significativas con respecto a la fecha de muestreo (KW = 9,13; $p > 0,05$). Pero si mostró diferencias significativas con respecto al estado mareal (KW= 5,10; $p < 0,05$) y al tipo de sustrato (KW= 26,56; $p < 0,05$). Los valores más bajos ($1,7 \times 10^2$ org g^{-1}) se midieron en las muestras recolectadas durante bajamar y en *Dyctiota* sp. de vidrio y los más altos (22×10^3) durante la pleamar y en *C. sertularioides* (Tabla 3).

Por otra parte, la especie *P. concavum* no mostró diferencias significativas en la abundancia con respecto al tiempo de muestreo, nivel mareal y tipo de sustrato

TABLA 2. Promedio de la abundancia total (org g^{-1}) de los organismos asociados a los diferentes sustratos estudiados durante el estudio en la bahía de Turpialito, golfo de Cariaco, durante el periodo 25/05 – 16/11/2012.

Especie	Prom. Abund. Tot. (org g^{-1})
T. testudinum	3×10^4
Sargassum sp.	48×10^3
C. racemosa	31×10^2
Dictyota sp.	32×10^2
H. opuntia	36×10^2
C. sertularioides	25×10^3
Botellas plásticas	1×10^4

Tabla 3. Promedios de las abundancias (org.g^{-1}) de los dinoflagelados epibéntonicas asociados a los diferentes sustratos durante el estudio en la bahía de Turpialito, golfo de Cariaco, durante el periodo 25/05 – 16/11/2012.

Sustrato	*Prorocentrum* cf. *compressum*	*P. concavum*	*P. lima*	*P. mexicanum*	*P. micans*	*P. minimum*	*Prorocentrum* sp.	*O. siamensis*	*Ostreopsis* sp.
T. testudinum		1,6 x 10^3	1 x 10^4	8 x 10^3		3,4 x 10^3		12 x 10^3	9,1 x 10^2
C. racemosa			4 x 10^3					1,4 x 10^3	
C. sertularioides		7,6 x 10^2	6,7 x 10^3	22 x 10^3				7,1 x 10^3	
Dictyota sp.			5,1 x 10^2	1,7 x 10^2				2,5 x 10^3	
H. opuntia		2,8 x 10^2	1,6 x 10^3	1,5 x 10^3				1,2 x 10^3	
Sargassum sp.			6 x 10^3				1 x 10^3	44 x 10^3	
Botella plástica		1,2 x 10^3	6,8 x 10^3	3,5 x 10^3		2,5 x 10^3		7 x 10^3	

(KW = 0,39; KW = 0,20; y KW = 8,27, respectivamente; p > 0,05). La abundancia de esta especie estuvo en el intervalo 5,43 10^2 – 1,63 x 10^3 org g^{-1} en *H. opuntia* y en *T. testudinum*, respectivamente. (Tabla 3).

P. cf. compressum, *P. micans* (Ehrenberg), *P. minimum*, *Prorocentrum* sp. y *Ostreopsis* sp. se detectaron con una aparición menor de cuatro veces durante el estudio. Por lo tanto, los datos obtenidos fueron insuficientes para detectar si existían diferencias en su abundancia relacionadas con la fecha de muestreo, el nivel mareal y los tipos de sustrato.

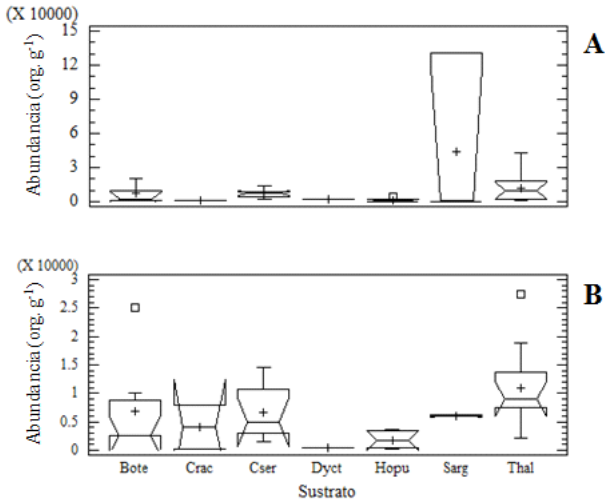


Fig. 3. Abundancia de *Prorocentrum lima* (org g^{-1}) (A) y de *Ostreopsis siamensis* (org g^{-1}) (B) en la bahía de Turpialito, golfo de Cariaco (mayo-noviembre 2012), según el tipo de sustrato: Bote, botellas plásticas; Car, *Caulerpa. racemosa*; *C. sertularioides*; Dyc, *Dictyota* sp.; Hopu, *Halimeda opuntia*; Sar, *Sargassum* sp; Cas, y. Thal, *Thalassia testudinum*.

La abundancia relativa porcentual de los dinoflagelados epibentónicos varió de acuerdo con el sustrato (Figs. 4 y 5). Esta variable estuvo integrada de la siguiente manera: *O. siamensis*, fue la especie que presentó el mayor valor en *Sargassum* sp. con un porcentaje de aparición de 86% (44 x 10^3 org g^{-1}); *P. mexicanum* fue la segunda especie con mayor abundancia relativa porcentual en *C. sertularioides* con valores de 61% (22 x10^3 org.g^{-1}); finalmente, *P. lima* fue la tercera especie con una abundancia porcentual de 74% (4x10^3 org g^{-1}) en *C. racemosa*. Es importante mencionar que en éste sustrato solo se registraron dos especies de dinoflagelados.

DISCUSIÓN

Los valores de salinidad y temperatura registrados en este estudio son típicos para el golfo de Cariaco como se informa en los trabajos realizados por La Barbera-Sánchez *et al*. (1999), Marín *et al*. (2004), Prieto *et al*. (2005), y Márquez *et al*. (2009). A pesar de que el trabajo abarcó parte de la estación lluviosa, la salinidad se mantuvo dentro del intervalo señalado como típico para el agua de mar. La naturaleza semiárida del área que rodea al golfo de Cariaco resulta en la uniformidad de la salinidad superficial a lo largo del año (Okuda *et al*. 1969). Sólo en las cercanías del aliviadero del río Manzanares ubicado al este de la bahía de Turpialito se pueden registrar cambios significativos en la salinidad. La alta irradiación combinada con la poca profundidad de la bahía hace que las aguas se mantengan relativamente cálidas durante la segunda mitad del año.

Los dinoflagelados bentónicos estuvieron presentes en todos los sustratos estudiados. Esto se

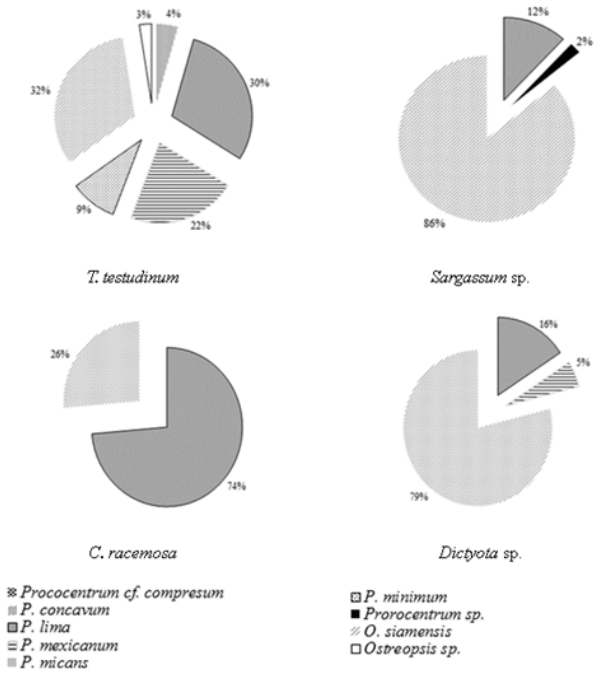


Fig. 4. Abundancia relativa (%) de dinoflagelados epibentónicos en *T. testudinum*, *Sargassum* sp., *C. racemosa* y *Dictyota* sp. en la bahía de Turpialito, golfo de Cariaco (mayo-noviembre 2012).

debe a que estas microalgas presentan un gran poder de adaptación a diferentes tipos de sustratos tal como lo señalan FUKUYO (1981) y GAMBOA-MÁRQUEZ *et al*. (1994). Las especies predominantemente sésiles se adhieren a la superficie de las algas y granos de arena, entre otras, a menudo poseen un pedúnculo para la fijación o están cubiertas por una pared celular de forma distinta (HORIGUCHI *et al*. 2011). Por otro lado, se considera que la tasa de crecimiento de macroalgas y dinoflagelados epífitos se ve favorecida por altas temperaturas, concentraciones elevadas de nutrientes, y aumento en la transparencia del agua (DELGADO *et al.* 2006). En la bahía de Turpialito, la salinidad poco variable, la temperatura relativamente alta y el aporte de nutrientes proveniente de la resuspensión de sedimentos del manglar permitieron la presencia de dinoflagelados bentónicos durante el periodo de estudio.

Algunos de los organismos identificados en este trabajo, también están incluidos en los registros de: GAMBOA-MÁRQUEZ *et al*. (1994) en el archipiélago Los Roques; VALERIO GONZÁLEZ & DÍAZ-RAMOS (2007) en la isla la Tortuga, la bahía de Mochima y el golfo de Cariaco; GÓMEZ (2009) y MARCANO (2011) en algunas localidades del Estado Nueva Esparta. Estos trabajos comprenden sustratos diferentes como: corales, moluscos bivalvos y mangle rojo, entre otros. Por esta razón pueden considerarse que estas especies pueden colonizar diferentes tipos de sustrato y son cosmopolitas para el nororiente de Venezuela.

El hecho de que VALERIO GONZÁLEZ & DÍAZ-RAMOS (2008) no reportaran la presencia de dinoflagelados epífitos en *T. testudinum* (único sustrato estudiado) pudo deberse a la naturaleza puntual de su estudio. En esta investigación se detectó la presencia de dinoflagelados epífitos en *Thalassia*, en cinco macroalgas diferentes y botellas plásticas. La morfología y la naturaleza química de los sustratos tienen una especial importancia para los organismos que habitan en ellos (COGNETTI *et al*. 2001). *T. testudinum* puede proporcionar un hábitat adecuado para los dinoflagelados (OKOLODKOV *et al*. 2007) y las macroalgas pardas y rojas liberan sustancias como los polifenoles, compuestos nitrogenados, vitaminas, nutrientes u otros factores de crecimiento, que serían beneficiosos para los dinoflagelados epífitos (MORTON & FAUST 1997).

Las aguas costeras generalmente son turbias debido a la gran cantidad de fitoplancton y a la resuspensión del sedimento. En una zona como la bahía de Turpialito también hay que considerar el material particulado que aporta el drenaje terrestre. Al cesar la turbulencia del agua, las partículas resuspendidas se depositan y esto limita el crecimiento de las macroalgas y los pastos marinos (DELGADO *et al*. 2006; GUL & SAIFULLAH 2011). En este caso, las microalgas epífitas también son afectadas porque el material que sedimenta sobre las hojas de los pastos marinos y los talos de las macroalgas impide su fijación. De igual forma la turbulencia que causa la turbidez resuspende los organismos y facilita su dispersión, ejerciendo un efecto directo en la abundancia de los mismos sobre los diferentes sustratos (GARSTECKI *et al.* 2002).

Los valores de abundancia de las especies identificadas en este estudio son considerados elevados con respecto a otros estudios sobre estos dinoflagelados en el mar Caribe. MORTON & FAUST (1997) afirmaron que el mayor número de dinoflagelados se

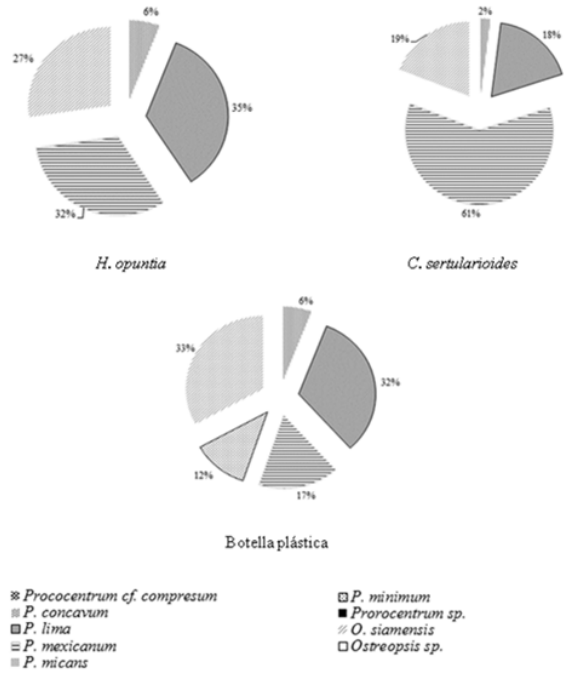


Fig. 5. Abundancia relativa (%) de dinoflagelados epibentonicos en *H. opuntia*, *C. sertularioides*, y botella plástica en la bahía de Turpialito, golfo de Cariaco (mayo-noviembre 2012).

detecta en macroalgas pardas y rojas, mientras que el menor se detecta en algas verdes y sedimentos. Los resultados de este estudio no concuerdan completamente con lo afirmado por los autores mencionados anteriormente ya que la abundancia de dinoflagelados epífitos fue alta tanto en *Sargassum* sp. (Phaeophyceae) como en *C. sertularioides* (Chlorophyta). Según Barrios (*comm. pers*.), en la bahía de Turpialito, *Sargassum* sp. se presenta durante la época de surgencia (o sequía; diciembre a abril). Dado que el muestreo inicio en la época de transición (mayo-junio), se infiere que el relativamente largo periodo de permanencia en la bahía de los especímenes de *Sargassum* sp. propició una mayor abundancia de dinoflagelados.

Los valores de este estudio de igual forma, son comparables con los resultados obtenidos en el golfo de México por Okolodkov *et al*. (2007), quienes informaron que una mayor abundancia en *Ulva* spp. (Chlorophyta) y *T. testudinum* (12276 org g^{-1}; 1528 org g^{-1}, respectivamente). Se demostró que dichos organismos pueden llegar a presentar altos valores en asociación con macroalgas.

El hecho de que *O. siamensis* fuera uno de los organismos más frecuentes y abundantes puede explicarse porque esta especie excreta un mucilago que lo fija al sustrato. Esto no sólo facilita la fijación de la especie a cualquier tipo de sustrato sino que también facilita su dispersión cuando las masas del mucilago con una gran cantidad de células se desprenden y son transportadas a otro lugar. Es importante mencionar que este taxón produce palitoxina, una de las sustancias más tóxicas que se conocen y que se encuentran asociadas a la ciguatera (Moreira 2010).

Riobó (2008), indica que no resulta exabrupta la posibilidad de que algunos clones de determinadas especies del género *Ostreopsis* produzcan toxinas del tipo de las brevetoxinas o ciguatoxinas. Los valores de abundancia registrados en este estudio son relativamente altos, por lo cual se puede decir que probablemente los organismos recolectados no eran toxigénicos, ya que hasta la fecha no se ha registrado ningún caso de enfermedades asociadas a dichas toxinas en el área de estudio.

P. lima fue el segundo organismo en términos de abundancia y frecuencia en este estudio. Esto puede atribuirse a su gran variabilidad morfológica la cual le permite desarrollar una mayor variedad de nichos, tal y como lo indicaron Marasigan *et al*. (2001) y Valerio & Díaz (2007). Es decir, que morfológicamente exhibe un polimorfismo celular de acuerdo a las condiciones hidrográficas del medio donde se encuentra (Bouaicha *et al*., 2001). Esta es una especie cosmopolita, que se encuentra tanto en el plancton como en el bentos, tanto en aguas templadas como tropicales y subtropicales (Fukuyo 1981).

Delgado *et al*. (2006) determinaron que *P. lima* fue la especie que arrojó la mayor abundancia en *Padina* sp. y *Dictyota dicotoma* (Phaeophyta, 82%), pero no fue tan abundante en *Ulva lactuca* y *Chaetomorpha* spp. (Chlorophyta, 17%). De igual forma, *P. lima* fue el dinoflagelado epífito dominante en el trabajo realizado por Morton & Faust (1997), excepto en los lugares con mayor perturbación; en estos sitios, los dinoflagelados dominantes fueron *G. toxicus* y *O. lenticularis*.

Los taxones de abundancia intermedia como *P. concavum* y *P. mexicanum* han sido registrados en Cuba, como epífitas de la macroalga *Padina* sp. (Delgado *et al*.,

2002). Sin embargo, los valores de abundancia registrados en este estudio son mayores que los de las especies cubanas (651 orgg^{-1} y 52 org g^{-1}, respectivamente). Como lo señalan OKOLODKOV *et al*. (2007), los aumentos en la abundancia de células pueden ser resultado de la colonización del sustrato por las células de vida libre y / o en el crecimiento *in situ* de las células ya fijadas. Por otra parte, la disminución en la abundancia pueden resultar por desprendimiento, muerte de células, o pérdida de sustrato, pastoreo. Por lo tanto, para interpretar los patrones temporales es necesario incluir como factor la sucesión de las macroalgas y la presencia de organismos herbívoros o raspadores.

Con respecto a la presencia de dinoflagelados en las botellas plásticas, se determinó que los organismos fueron más abundantes en este tipo de sustrato. THIEL & GUTOW (2005) y MASO *et al*. (2003), a pesar de que no aportan datos de abundancia, mencionan que la presencia de estos organismos en desechos plásticos flotantes puede tener consecuencias importantes en los ecosistemas marinos, ya que representan un método de dispersión ("rafting"). El hecho de que los organismos asociados a este material flotante tengan que tolerar cambios de salinidad y temperatura implica un cierto grado de éxito en la colonización de nuevos espacios.

Este estudio reveló la presencia de dinoflagelados bentónicos en todos los sustratos. Aun cuando no se evidenció una variación significativa de la abundancia durante el estudio es necesario realizar un monitoreo que abarque la época de surgencia (diciembre – mayo) para establecer si los cambios estacionales afectan a estos organismos en el área de estudio. Teniendo en cuenta que muchas especies marinas se alimentan directa o indirectamente de estos organismos potencialmente tóxicos y aun cuando las abundancias registradas fueron relativamente elevadas, no existen reportes sobre casos de intoxicación por ciguatera en el golfo de Cariaco, por lo cual sería importante aislar y cultivar estas especies para determinar su potencial toxigénico.

CONCLUSIONES

Las condiciones de salinidad y temperatura de la bahía de Turpialito permiten la presencia de dinoflagelados epibentónicos durante una parte del año.

Las características morfológicas y fisiológicas de *P. lima* y *O. siamensis* les permiten alcanzar altos valores de abundancia en la bahía de Turpialito durante una parte del año.

AGRADECIMIENTO

Los autores quieren agradecer la colaboración de LINA CHARZEDDINE en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

ADACHI, R. & Y. FUKUYO. 1979. The thecal structure of the marine toxic dinoflagellate *Gambierdiscus toxicus* gen. sp. nov. collected in a ciguatera-endemic area. *Bull. Jap. Soc. Scien. Fish. 45*(1): 67-71.

AGUILERA, A., S. GONZÁLEZ-GIL, E. GONZÁLEZ, V. LÓPEZ-RODAS & E. COSTAS. 1993. Mecanismos de control biológico de la proliferación celular de los dinoflagelados marinos *Prorocentrum lima* y *Prorocentrum triestinum*: 2-uso de lectinas in vitro. *Rev. Biol. Mar. Valparaíso* 28: 165-174.

BALECH, E. 1988. *Los dinoflagelados del Atlántico sudoccidental*. Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanográfico Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 310 pp.

BOUOCHIA, N., H. CHÉZEAU, J. TURQUED, J. QUOD & S. PUISEUX-DAO. 2001. Morphologycal and toxicological variability of *P. lima* clones isolated from four locations in the South-west Indian Ocean. *Toxicology*. 39: 1195-1202.

BOYER, J., R. FOURQUREAN & R. JONES. 1997. Spatial characterization of the water quality in Florida Bay and Whitewater Bay by multivariate analyses: Zones of similar influence. *Estuarine*, 20(4): 743-758.

COGNETTI, G., M. SARÁ & G. MAGAZZÚ. 2001. *Biología Marina*. Editorial Ariel. Barcelona, España. 624 pp.

DELGADO, G., C. LEHUGA-DEVÉZE, G. POPOWSKI, L. TROCCOLI. & C. SALINAS. 2006. Epiphytic dinoflagellates associated with ciguatera in the northwestern coast of Cuba. *Rev. Biol. Trop*. 54(2): 299-310.

DELGADO, G., G. POPOWSKI & M. POMBO. 2002. Nuevos registros de dinoflagelados tóxicos epibenticos en Cuba. *Rev. Invest. Mar*. 23(3): 229-232.

DELGADO, G. POPOWSKI, G., C. GARCÍA, N. LAGOS & LECHUGA-DEVÉZE. 2005. Presence of dsp-toxins in *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge in Cuba. *Rev. Invest. Mar*. 26(3): 229-234.

DOLAH, F. 2000. Marine algal toxins: origins, health effects, and their increased occurrence. *Environ, Health Perspect*. 108: 133–141.

FAUST, M. 1990. Morphology details of six benthic species of *Prorocentrum* (Pyrrophyta) from a mangrove island, Twin cays, Belize, including two new species. *J. Phycol*. 26: 548-558.

FAUST, M. 1991. Morphology of ciguatera-causing *Prorocentrum lima* (Pyrrophyta) from widely differing sites. *J. Phycol*. 27: 642-648.

FAUST, M. 1993. Three new benthic species of *Prorocentrum* (Dinophyceae) from Twin cays Belize: *P. maculosum* sp. nov., *P. foraminosum* sp. nov. and *P. formosum* sp. nov. *J. Phycol*. 32(6): 410-418.

FAUST, M. 1996. Dinoflagellates in a mangrove ecosystem, Twin Cays, Belize. *Nova Hedw*. 112: 447-460.

FUKUYO, Y. 1981. Taxonomical study on benthic dinoflagellates collected in coral reef. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*. 47: 967-978.

GAMBOA-MÁRQUEZ, J., I. SÁNCHEZ-SUÁREZ & A. LA BARBERA-SÁNCHEZ. 1994. Dinoflagelados (Pyrrhophyta) del Archipielago Los Roques (Venezuela): Familias Prorocentraceae y Ostreopsidaceae. *Biol. Mar*. 45: 140-152.

GARSTESCKI, T., S. WICHAM & H. ARNDT. 2002. Effects of experimental sediments resuspension on a coastal plank tonic food wed. *Est. Coast. Shellfish Sci*. 55: 751 - 762.

GÓMEZ, A. 2009. *Dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos asociados a moluscos bivalvos de importancia comercial en algunas localidades del estado Nueva Esparta*. Trab. Grad. Lic. Biol. Mar. Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela, 49 pp.

GUL, S. & S. SAIFULLAH. 2011. The dinoflagellate genus *Prorocentrum* (Prorocentrales, Prorocentraceae) from the north arabian sea. *Pak. J. Bot*. 43(6): 3061-3065.

HORIGUCHI, T., Y. HAYASHI, H. KUDO & Y. HARA. 2011. A new benthic dinoflagellates *Spiniferodinium palauense sp. nov.* (Dinophyceae) from Palau. *Phycol*. 50 (6): 616 – 623.

LA BARBERA DE OLIVEROS. 1992. Generalidades sobre la intoxicación paralizante producida por moluscos. *Rev. Med. Oriente*, 3: 5-9.

LA BARBERA-SÁNCHEZ, A., J. GAMBOA-MÁRQUEZ & W. SENIOR. 1999. Fitoplancton del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop*. 47: 57-63.

LARSEN, J. & O. MOESTRUP. 1989. *Guide to toxic and potentially toxic marine algae*. The Fish Inspection Service, Ministry of Fisheries. Copenhagen, Denmark.

Lehane, L. & R. Lewis. 2000. Ciguatera: recent advances but the risk remains. *Int. J. Food Microbiol*. 61: 91-125.

LICEA, S., J. MORENO, H. SANTOYO & G. FIGUEROA. 1995. *Dinoflagelados del golfo de California*. Impresiones Integradas del Sur, UABCS, México D. F. México. 165 pp.

MARASIGAN, A., A. TAMSE & Y. FUKUYO. 2001. *Prorocentrum* (Prorocentrales: Dinophyceae) populations on seagrass-blade surface in Taklong Island, Guimaras Province, Philippines. *Plankton Biol. Ecol*. 48(2): 79-84.

MASO, M., E. GARCÉS, F. PAGÉS & J. CAMO. 2003. Drifting plastic debris as a potential vector for dispersing harmful algal bloom (HAB) species. *Sci. Mar*. 67:107-111.

MARIN, B., C. LODEIROS, D. FIGUEROA & B. MÁRQUEZ. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores ambientales en Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Cient*. 14(2): 133-139.

MAYA, C., M. MARTÍN & M. MONTEAGUDO. 2007. Intoxicación por ciguatera. Estudio de 227 pacientes durante el periodo 1999 al 2005. *Rev. Cubana Hig. Epidemiol*. 45(2).

MARCANO, A. 2011. *Dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos asociados a los epibiontes del mangle rojo Rhizophora mangle Linnaeus (1753) en la laguna de la Restinga, isla de Margarita, estado Nueva Esparta*. Trab. Grad. Lic. Biol. Mar. Universidad De Oriente, Boca de Río, Venezuela. 63 pp.

MÁRQUEZ, B., J. DÍAZ-RAMOS, L. TROCCOLI, B. MARÍN & R. VALERA. 2009. Densidad, biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr*. 44(3): 737-749.

MOREIRA, A. 2010. *Ostreopsis ovata* Fukuyo y *O siamensis* Schmidt, dos nuevos registros de dinoflagelados bentónicos tóxicos para Cuba. *Rev. Invest. Mar*. 31(2): 96-100.

MORTON, S. & M. FAUST. 1997. Survey of toxic epiphytic dinoflagellates from the belizean barrier reef ecosystem. *Bull. Mar. Sci.* 61(3): 899-906.

OKOLODKOV, Y., G. CAMPOS-BAUTISTA, I. GÁRATE-LIZÁRRAGA, J. GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, M. HOPPENRATH & V. ARENAS. 2007. Seasonal changes of benthic and epiphytic dinoflagellates in the Veracruz reef zone, Gulf of Mexico. *Aquat. Microb. Ecol*. 47: 223–237.

OKUDA, T., B. GAMBOA & A. YEGRES. 1969. Seasonal variations of hydrographic conditions in the Cariaco Trench. *Bol. Inst. Oceanogr.* 8(1/2): 21-27.

PRIETO, A., G. ESTRELLA, M. NÚÑEZ, L. FREITES, & N. NARVÁEZ. 2005. Producción secundaria de *Nodipectennodosus* (Linneo, 1758) cultivado en dos sitios con condición es ambientales diferentes. *Bol. Inst. Oceanogr*. 44(2): 123-132.

RIOBÓ, P. 2008. Palitoxinas, ensayos biológicos y métodos químicos para su determinación en organismos marinos. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo, Vigo, España. 248 pp.

RIVAS-ROJAS, T., J. DÍAZ-RAMOS, L. TROCCOLI-GHINAGLIA, L. CHARZEDDINE-CHARZEDDINE, S. SUBERO-PINO & A. MÁRQUEZ. 2007. Variación diaria de algunas variables físico-químicas y de la biomasa del fitoplancton en una playa tropical, Cumaná, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr*. 46(1): 13-22.

TESTER, P., R. FELDMAN, A. NAU, S. KIBLER & L. WAYNE. 2010. Ciguatera fish poisoning and sea surface temperatures in the Caribbean Sea and the West Indies. *Toxicon*, 56(5): 698-710.

THIEL, M. & L. GUTOW. 2005. The ecology of rafting in the marine environment. II. The rafting organisms and community. *Oceanogr. Mar. Biol.* 43: 279-418.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur vervolkommung der quantitativen phytoplankton methoding. *Mitt. Verein. Theor. Argiew. Limnol*. 9: 1-38.

VALERIO GONZÁLEZ, L. & R. DÍAZ-RAMOS. 2007. Dinoflagelados epífitos potencialmente tóxicos presentes en praderas de *Thalassia testudinum* en la isla La Tortuga, la bahía de Mochima y el golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr*. 47(1): 47-58.

RECIBIDO: Noviembre 2013
ACEPTADO: Septiembre 2014