Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, 47 (1): 47-58 (2008); 5 Figs., 2 Tbs.

DISTRIBUCIÓN DE DINOFLAGELADOS EPIFITOS POTENCIALMENTE TÓXICOS ASOCIADOS A PRADERAS DE *THALASSIA TESTUDINUM* EN LA ISLA LA TORTUGA, LA BAHÍA DE MOCHIMA Y GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA

LORELYS VALERIO GONZÁLEZ[1] & JOSÉ RAFAEL DÍAZ-RAMOS[2]

[1]Escuela de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. lorelysbiology@hotmail.com

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

RESUMEN: La intoxicación conocida como ciguatera se produce cuando los seres humanos consumen peces y moluscos que se alimentan de dinoflagelados que crecen asociados a macroalgas, pastos marinos, corales y arena. En este trabajo, se evaluó la presencia y abundancia de dinoflagelados epífitos asociados a *Thalassia testudinum* en la isla La Tortuga y en el estado Sucre. Los muestreos se realizaron entre diciembre 2004 y enero 2006. Se midió temperatura del aire y del agua, salinidad y se recolectaron hojas de *T. testudinum* las cuales se procesaron de acuerdo a Quod *et al*. Se utilizaron tamices de 111, 60 y 20 µm tamaño de poro para separar los organismos; la abundancia microalgal y la de dinoflagelados epifitos se determinó de acuerdo a Utermöhl y se expresó como Nº de céls. g^{-1} masa húmeda. La temperatura del aire y del agua varió entre 24,5 y 33,5°C y 23,9 y 32°C respectivamente; mientras, que la salinidad estuvo en el intervalo 12 – 37. Se determinó que los dinoflagelados epifitos estaban presentes en casi todas las estaciones. Los valores mínimo y máximo de abundancia microalgal (373 y 3,98x 10^5 céls. g^{-1} masa húmeda) se determinaron en la fracción de 20 µm, de las estaciones de Punta Delgada norte (isla La Tortuga) y Mangle Quemao (Bahía de Mochima), respectivamente. No se encontraron dinoflagelados epifitos en Pariche, Guacarapo, Turpialito y las Llaves; (Golfo de Cariaco, Edo. Sucre) y su abundancia varió de no detectable a 3,0x 10^4 céls. g^{-1} masa húmeda en la fracción de 20 µm recolectada en Mangle Quemao. La salinidad y la temperatura no tuvieron una influencia significativa sobre estos organismos. *Prorocentrum lima* fue la especie más abundante seguida en orden de importancia por *P. mexicanum* y *P. compressum*. Los resultados indican que estos dinoflagelados tienen una amplia distribución en el nororiente de Venezuela.

Palabras clave: Dinoflagelados epifitos tropicales, ciguatera, *Thalassia testudinum,* Venezuela.

ABSTRACT: Ciguatera is an intoxication brought on by the consumption of fish and molluscs which feed on toxin-producing dinoflagellates living in association with macroalgae in sandy coral reefs and marine pastures. The presence and abundance of epiphytic dinoflagellates associated with *Thalassia testudinum* was evaluated at the island of Tortuga, Mochima, and the Gulf of Cariaco. Sampling was done between December 2004 and January 2006. Salinity and water and air temperature were measured. Leaves of *T. testudinum* were collected and processed according to Quod *et al*. The organisms were separated using screens of 111, 60, and 20 µm mesh. Microalgal and dinoflagellate abundance was determined according to Utermöhl, and expressed as No. cells g^{-1} of humid mass. The air temperature varied between 24.5 and 33.5ºC, and water temperature between 23.9 and 32.0ºC. Salinity was between 12 – 37. It was determined that epiphytic dinoflagellates were present in almost all the stations. The minimum and maximum values of microalgal abundance for the 20 µm mesh screens were determined to be 373 and 3.98 x 10^5 cell.g^{-1} at the stations of Punta Delgada Norte (La Tortuga Island) and Mangle Quemao (Bay of Mochima), respectively. Epiphytic dinoflagellates were not found in Pariche, Guacaparo, Turpialito, or Las Llaves (Gulf of Cariaco, Sucre state). In Mangle Quemao, abundance varied from undetectable to 3.0 x 10^4 cells g^{-1} of humid mass using the 20 µm mesh. Temperature and salinity had no significant effect on these organisms. *Prorocentrum lima* was the most abundant species, followed by *P. mexicanum* and *P. Compressum*. The results indicate that these dinoflagellates are amply distributed in northeastern Venezuela.

Key words: Dinoflagellates, tropical epiphytic, ciguatera, *Thalassia testudinum,* Venezuela

INTRODUCCIÓN

Los dinoflagelados constituyen un grupo heterogéneo de microalgas eucarióticas de la división Pyrrophyta. Estos organismos pueden ser planctónicos o bentónicos. Los últimos se hayan comúnmente asociados a macroalgas (verdes, rojas y pardas), pastos marinos, sedimentos y corales. Se les considera como un componente importante en la dieta de muchos peces y moluscos filtradores que pueden acumular las toxinas y causar distintos problemas

en la salud pública entre ellos intoxicaciones por ciguatera (Faust 1991; 1993; La Barbera De Oliveros 1992). Esta intoxicación se caracteriza por malestares gastrointestinales, cardio-vasculares, neurológicos, así como músculo-esqueléticos. Entre los géneros causantes de la ciguatera están: *Coolia, Gambierdiscus, Ostreopsis y Prorocentrum* (Faust *et al.* 1996).

A pesar de que la región del Caribe es considerada como una de las de mayor incidencia de ciguatera en el mundo, en Venezuela los estudios sobre este problema y sobre los organismos que los generan son escasos. Gamboa Márquez (1994) estudió los dinoflagelados del Cayo Dos Mosquises, Parque Nacional Archipiélago Los Roques, y registró la presencia de *Prorocentrum. compressum*, *P. concavum*, *P. emarginatum*, *P. gracile*, *P. lima*, *P. micans*, *P. rhathymum*, *P. scutellum*, *Coolia. monotis*, *Gambierdiscus toxicus*, *Ostreopsis lenticularis*, *O. ovata* y *O. siamensis*.

Posteriormente, Cavada Blanco (2005) analizó muestras de microfitobentos asociados a corales escleractíneos, gorgónidos y milepóridos de la bahía de Puerto Real, Archipiélago de los Frailes y detectó la presencia de *P. lima, P. emarginatum, P. concavum, P. hoffmannianum, O. lenticularis.* Del mismo modo, Solórzano Maneiro (2006), estudió la variabilidad quincenal de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos asociados a *T. testudinum* en una estación costera de Boca del Río, Isla de Margarita, e identificó en sus muestras a *P. lima, P. concavum*, *P. mexicanum y P. micans*.

Por lo anteriormente expuesto y porque las costas venezolanas han recibido poca atención en cuanto a este fenómeno, se consideró necesario evaluar la presencia y abundancia de los dinoflagelados epífitos potencialmente tóxicos asociados a *Thalassia testudinum* en la isla La Tortuga (Dependencia Federal) y en el estado Sucre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron en los bancos de *T. testudinum* presentes en el golfo de Cariaco, la bahía de Mochima, el golfo de Santa Fe (estado Sucre) y la isla La Tortuga durante el periodo diciembre 2004 – enero 2006 (Tabla 1). Se realizó una visita a los diferentes bancos de *T. testudinum* existentes en estas zonas y en ellas se midió *in situ* la salinidad y temperatura del agua con un refractómetro manual (Atago, ± 1) y un termómetro ambiental (± 1ºC), respectivamente.

Los dinoflagelados bentónicos fueron recolectados entre 0,5 y 30 m de profundidad y se procesaron de acuerdo al método propuesto por Quod *et al*. (1995). Se utilizaron tamices de diferente tamaño de poro (111, 60 y 20 µm Ø de poro) para separar los organismos. El material concentrado se vertió en botellas plásticas y se fijó con formol neutralizado (4%). Una porción de las muestras se usó para la identificación y la otra para la cuantificación de los dinoflagelados potencialmente tóxicos y la flora microalgal acompañante.

Por otra parte, las hojas de *T. testudinum* se secaron a la sombra y a temperatura ambiente durante 72 horas. Transcurrido el tiempo, las hojas secas se pesaron con una balanza (AND EK-1200A ± 0,1 g). La abundancia celular se determinó según el método de Utermöhl (1958). Muchas veces fue necesario preparar disoluciones de 1:50 para el contaje celular. Los resultados se expresaron como Nº de cél. g^{-1} masa húmeda de hojas de *T. testudinum*.

Posteriormente, los especimenes se aislaron de las muestras y se identificaron de acuerdo a los criterios establecidos por Adachi & Fukuyo (1979), Fukuyo (1981), Balech (1988), Sournia (1986), Larsen & Moestrup (1989), Faust (1990; 1991; 1993; 1996 y 1997), Licea *et al.* (1995), Tomas (1996), Díaz- Ramos *et al*. (2002), Faust & Gulledge (2002).

Se utilizó un análisis de varianza no paramétrico para determinar si existían diferencias significativas en el logaritmo de la abundancia por tamaño de los dinoflagelados con respecto a la salinidad y a la temperatura (Boyer *et al*. 1997). Además, se utilizaron las representaciones de Lohmann (1908 citado por Schwoerbel, 1975); con el objeto de representar la abundancia relativa de las especies más abundantes y frecuentes en las áreas estudiadas.

RESULTADOS

En las estaciones correspondientes al golfo de Cariaco, el agua era turbia y el fondo arenoso excepto en las estaciones de Pariche y Ensenada Los Algodones donde el fondo era pedregoso y en Los Cachicatos y Guiriare donde era fangoso. Las praderas de *T. testudinum* estaban acompañadas de las macroalgas *Ulva reticulata y Sargassum* sp., coral de fuego (*Millepora alcicornis*) y cerebro (*Diploria* sp.) y raíces de manglares; también se observaron conchas de moluscos, erizos, estrellas de mar,

TABLA 1. Ubicación geográfica y fechas de muestreo de las estaciones utilizadas.

Área	Estaciones	Fecha	Latitud (N)	Longitud (O)
golfo de Cariaco	Pariche	17/12/04	10° 32' 34, 28"	064° 12' 484"
	Punta Arenas		10° 31' 05,91"	064° 12' 886"
	Manicuare oeste		10° 33' 00"	064° 12' 212"
	Manicuare este		10° 33' 10, 66"	064° 11' 780"
	Laguna Chica		10° 34' 19, 70"	064° 04' 374"
	Chacopatica	03/11/05	10° 32' 988"	063° 52' 865"
	Ensenada Los Algodones		10° 33' 066"	063° 51' 315"
	Guiriare		10° 32' 832"	063° 49' 062"
	Los Cachicatos		10° 31' 531"	063° 47' 351"
	Guacarapo		10° 29' 693"	063°43' 735"
	Las Llaves	02/12/05	10° 28' 00"	063° 30' 0"
	Guaracayal	03/11/05	10° 27' 152"	063° 57' 181"
	Quetepe		10° 26' 249"	064° 01' 657"
	Turpialito		10° 26' 572"	064° 02' 028"
	El Peñón	13/08/05	10° 27' 310"	064° 05' 640"
	Punta delgada		10° 28' 58"	064° 06' 40"
Mar Caribe	Puerto Escondido	10/08/05	10° 24' 236"	064° 17' 880"
bahía de Mochima	Mangle Quemao		10° 22' 526"	064° 20' 888"
	Canal este isla larga		10° 21' 256"	064° 20' 962"
	Isla Larga Sur		10° 21' 400"	064° 21' 049"
	Santa Ana	24/01/06	10° 21' 293"	064° 20' 546
	Cabruta		10° 22' 741"	064° 20' 280"
golfo de Santa Fe	Santa Fe	9/11/05	10° 16' 878"	064°25' 564"
	Estación 2		10° 17' 093"	064° 24' 039"
	Estación 3		10° 17' 84"	064° 22' 847"
	Estación 4		10° 17' 992"	064° 22' 750"
	Estación 5		10° 18' 166"	064° 22' 674"
	Estación 6		10° 18' 726"	064° 22' 136"
	Estación 7		10° 18' 964"	064° 22' 106"
	Petarito		10° 19' 127"	064° 22' 410"
	Estación 9		10° 18' 928"	064° 23' 377"
	Estación 10		10° 18' 837"	064° 24' 751"
isla La Tortuga	Punta delgada norte	12/06/05	10° 53' 396"	065° 13' 523"
	Punta delgada		10° 53' 396"	065° 13' 523"
	Los Palanquines		10° 59' 14,2"	065° 20' 038"
	Cayo Herradura		10° 59' 41,4"	065° 22' 890"
	Los Tortuguillos		10° 57' 59"	065° 13' 878"

cangrejos, esponjas y peces. En la bahía de Mochima, el fondo era arenoso y el agua cristalina excepto en las en las estaciones de Santa Ana y Cabruta. En esta zona, las praderas de *T. testudinum* se encontraban mezcladas con las macroalgas de los géneros *Padina* y *Laurencia*, coral de fuego, esponjas, estrellas y pepinos de mar y estaban bordeadas por manglares.

En el golfo de Santa Fe, se observó que el agua era cristalina en la mayoría de las estaciones. En algunos casos como en las estaciones 2, 3 y 10, la planta era escasa y las hojas estaban cubiertas casi por completo de sedimentos. Se observaron las macroalgas *Caulerpa racemosa* y *U. reticulata*, corales, erizos y holoturias. Las praderas estaban bordeadas por manglares, cocoteros y hierbas y desechos de origen antropogénico en la orilla. Por último, en la isla La Tortuga, el fondo era arenoso y el agua cristalina con poca corriente. Las praderas de *T. testudinum* tenían una densidad alta; las hojas eran largas y estaban libres de sedimentos. Las plantas estaban acompañadas por algas verdes, rojas, pardas y calcáreas, varias especies de corales y conchas de moluscos. En la estación punta Delgada norte, la pradera estaba bordeada por manglares.

Los estadisticos básicos de las variables medidas se presentan en la Tabla 2. Los valores de salinidad estuvieron en el intervalo 12 - 37 (Fig. 1A). La salinidad más baja (12) se midió en la estación ubicada frente al pueblo de El Peñón y la más alta se midió en las estaciones ubicadas en la isla La Tortuga, Manicuare (golfo de Cariaco) y Cabruta (bahía de Mochima). Cabe destacar que la estación de El Peñón esta próxima al aliviadero del río Manzanares. Por otra parte, la temperatura del aire y de agua varió entre 24,5 y 33,5°C y 23,9 y 32°C, respectivamente, destacándose la estación Santa Ana (Bahía de Mochima) donde se observaron los valores más bajos de temperatura del aire y del agua (Fig. 1B). El muestreo en esa estación coincidió con el período de surgencia típico de las costas nororientales del país. Además, en ese día, el cielo estaba totalmente nublado y había mucha brisa y lluvia.

La abundancia microalgal varió con respecto a las estaciones en las tres fracciones estudiadas (Fig. 2). En la fracción de 20 µm, los valores fueron desde 373 hasta 3,98x 10^5 céls. g^{-1} de masa húmeda; observando que el máximo valor estuvo en la estación Mangle Quemao (bahía de Mochima) y el mínimo en Punta Delgada norte (isla La Tortuga; Fig. 2A). En la fracción de 60 µm, los valores estuvieron entre 127 y 1,9x 10^4 céls. g^{-1} de masa húmeda; encontrándose el valor más bajo en Punta Arenas (golfo de Cariaco) y el más alto en la Ensenada Los Algodones (Fig. 2B); mientras que la abundancia total de la fracción 111 µm varió entre 92 (Punta Arenas) y 4,8x 10^4 céls. g^{-1} de masa húmeda (Ensenada Los Algodones; Fig. 2C).

Por otra parte, la abundancia de los dinoflagelados bentónicos presentó marcadas diferencias en los distintos tamaños estudiados (Figs 2). En la fracción de 20 µm, los valores oscilaron de no detectable en las estaciones Pariche, Guiriare, Guacarapo, Las Llaves y Guaracayal (golfo de Cariaco) a 3,0x 10^4 céls. g^{-1} de masa húmeda en Mangle Quemao (Bahía de Mochima; Fig. 2A). En cuanto a la fracción de 60 µm, los valores medidos fueron más bajos que en la fracción anterior, de no detectable en la mayoría de las estaciones del golfo de Cariaco a 622 céls. g^{-1} masa húmeda en la estación Los Palanquines (Isla La Tortuga; Fig. 2B). Por último, en la fracción 111 µm, la abundancia mostró una variación de no detectable (Pariche, Ensenada de los algodones, Cachicatos, Guacarapo, las Llaves, Quetepe, Turpialito y Punta Delgada (golfo de Cariaco), estaciones 2 y

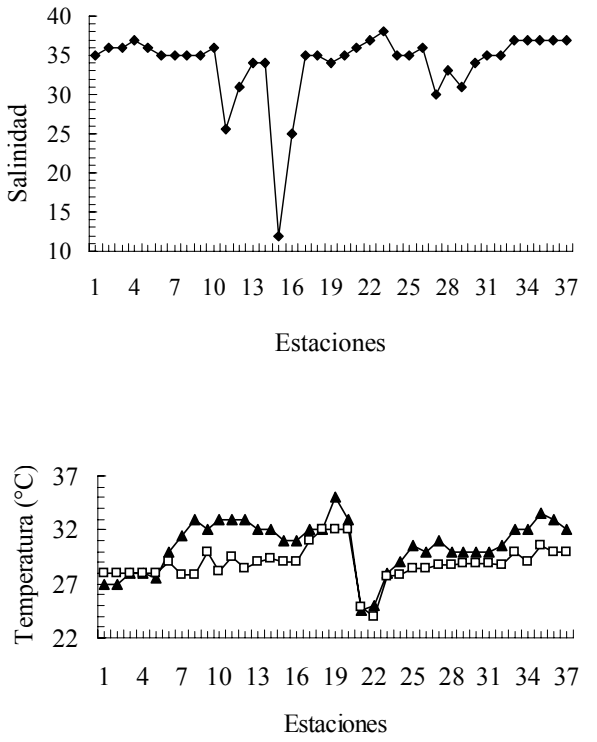


Fig. 1. Salinidad y temperatura del aire (▲) y del agua (□)medida en las estaciones de muestreo: golfo de Cariaco, estaciones 1 a 16; bahía de Mochima, estaciones 17 a 22; golfo de Santa Fe, estaciones 23 a 32 y la isla La Tortuga, estaciones 33 a 37. Las muestras fueron recolectadas durante el periodo diciembre 2004 - enero 2006.

TABLA 2. Estadísticos básicos de los parámetros físicos y biológicos medidos en los golfos de Cariaco y Santa Fe, bahía de Mochima y la isla La Tortuga, durante el periodo diciembre de 2004 - enero 2006.

VARIABLE	N	PROMEDIO	S	MÍNIMO	MÁXIMO
T_ aire (°C)	37	30,6	2,41	24,5	35
T_ agua (°C)	37	28,9	1,61	23,9	32
Salinidad	37	34	4,68	12	38
Abundancia Total 20 µm (cél.g^{-1})	37	21451	65562,15	373	398362
Abundancia Total 60 µm (cél.g^{-1})	37	3448	3917,03	127	19140
Abundancia Total 111 µm (cél.g^{-1})	37	6666	9222,73	92	48020
Abundancia dinofl. 20 µm (cél.g^{-1})	37	1765	5730,0	0.00	305336
Abundancia dinofl. 60 µm (cél.g^{-1})	37	80	139,01	0.00	622
Abundancia dinofl. 111 µm (cél.g^{-1})	37	166	233,69	0.00	1056

(N: abundancia, S: desviación estándar)

3 (golfo de Santa Fe) a 1056 céls. g^{-1} masa húmeda en la estación 7 (golfo de Santa Fe; Fig. 2C).

Se determinó que los dinoflagelados epífitos habitaban en aguas cuyas salinidades variaron entre 31 y 37. El análisis de varianza de una vía no mostró diferencias estadísticamente significativas en la abundancia por tamaño (fracciones de 20, 60 y 111 ¼m) de los dinoflagelados con respecto a la salinidad (F= 0,13; P=0,999; F= 0,81; P= 0,6226 y F =1,02; P= 0,4528, respectivamente; Fig. 4). Del mismo modo, se demostró que no existían diferencias significativas en la abundancia por tamaño (fracciones de 20, 60 y 111 ¼m) de los dinoflagelados con respecto a la temperatura (F= 0,43; P= 0,9591; F= 0,41; P= 0,9657 y F =1,13; P= 0,3984, respectivamente).

Se determinó que *P. lima* fue la especie más frecuente y abundante en las fracciones y estaciones estudiadas (Figs. 3, 4, 5). En la fracción 20 µm, las especies dominantes en orden de abundancia fueron: *P. lima* > *P. mexicanum* > *Prorocentrum* sp. 8 > *Prorocentrum* sp. 1 (Fig. 3). En esta fracción, la abundancia relativa de estas especies varió entre 11% y 57%. Es importante señalar que en el golfo de Cariaco, *P. lima* sólo apareció en los Cachicatos, el Peñón

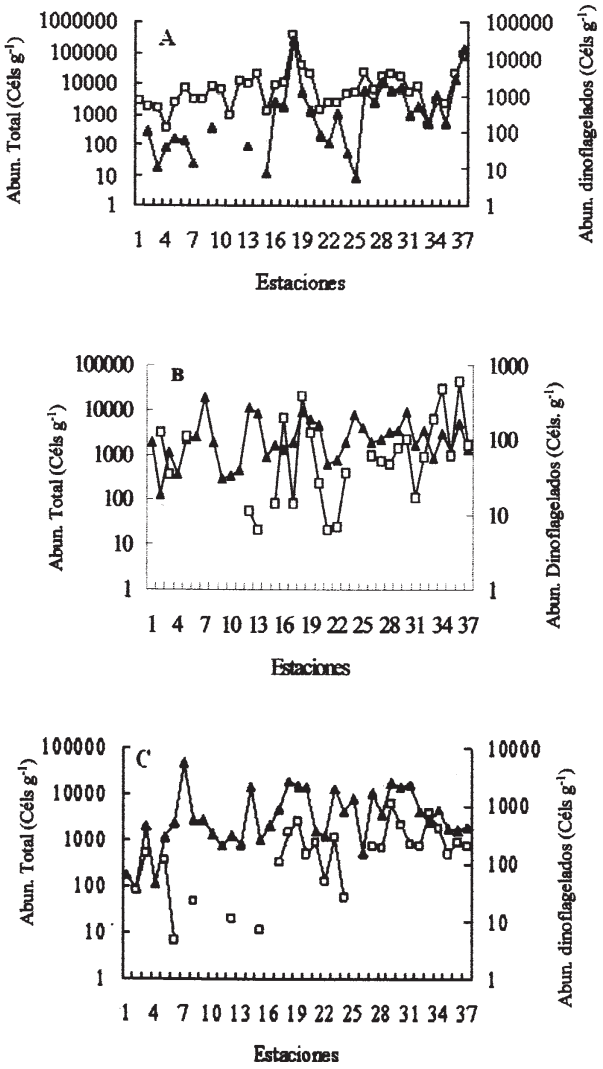


Fig. 2. Abundancia microalgal total, (□), y de dinoflagelados bentónicos, (▲) (céls. g masa seca^{-1}), encontrados sobre *Thalassia testudinum* en: golfo de Cariaco, estaciones 1 a 16; la bahía de Mochima, estaciones 17 a 22; golfo de Santa Fe, estaciones 23 a 32; y la isla La Tortuga, estaciones 33 a 37; durante el periodo diciembre 2004- enero 2006. A. fracción 20 µm; B. fracción 60 µm; y C. 111µm.

y Punta Delgada. La distribución de *P. mexicanum* no fue tan amplia como la de *P. lima*. La primera sólo se encontró en algunas estaciones de la bahía de Mochima y en la mayoría de las estaciones del golfo de Santa Fe. Por otro lado, la presencia de *Prorocentrum* sp. 8 y *Prorocentrum* sp. 1 estuvo restringida a unas pocas estaciones en las áreas muestreadas a excepción de la isla La Tortuga donde apareció en más de tres estaciones.

Las dominancia en la fracción 60 µm mostró el siguiente orden: *P. lima* > *P. compressum* > *Prorocentrum* sp. 8 > dinoflagelado tecado 12 (Fig. 4). La abundancia relativa de estas especies varió entre 5.41% y 35.14%. En esta fracción, la distribución de las especies dominantes es limitada en comparación con lo encontrado para las especies dominantes en la fracción 20 ¼m. *P. lima* y *P. compressum* estuvieron presentes en todas las áreas.

Con respecto a los dinoflagelados de la fracción 111 µm, el orden de dominancia según su abundancia relativa fue: *P. lima* > *P. mexicanum* > *P. concavum* > *P. compressum*; los valores de abundancia relativa variaron entre 16.22% y 48.65% (Fig. 5). *P. lima* apareció en todas las áreas, mientras que las restantes estuvieron restringidas a dos o tres áreas. *P. mexicanum* se encontró en la bahía de Mochima y el golfo de Santa Fe; sin embargo, *P. concavum* y *P. compressum* estuvieron presentes en todas las áreas exceptuando al golfo de Cariaco.

DISCUSIÓN

Las especies acompañantes de los dinoflagelados bentónicos, más abundantes sobre las praderas de *T. testudinum* en las estaciones estudiadas fueron diatomeas. Entre estas destacaron en orden de abundancia/frecuencia: *Navicula* sp. 9, *Navicula* sp. 6, *Climacosphaenia* sp., *Leptocylindrus danicus*, *Licmophora* sp., *Nitzschia longissima* y *Pseudonitzschia* sp. De acuerdo a lo establecido por Broker & Stal (2001), Lucas *et al.* (2001), Levington (2001), Dizon & Yap (2003) y Aberle-Malzahn (2004) en sistemas bentónicos, las diatomeas son el componente dominante. Estos organismos pueden ser habitantes permanentes o temporales de las comunidades bentónicas y su presencia podría indicar la existencia de un patrón estacional dentro de la estructura del microfitobentos (Mitbarkar & Anil 2002). Aparte de esto, la comunidad también puede incluir formas planctónicas de manera ocasional.

El hecho de que diatomeas planctónicas como *L. danicus* y *Pseudonitzschia* sp. formaban parte de la flora dominante sugiere la ocurrencia de una intensa mezcla vertical, inducida por el viento, el oleaje o por las mareas en la zona de estudio. Por ejemplo, Sánchez Suárez (1994), estudió la ecología y dinámica del fitoplancton en arrecifes coralinos en los "Islotes Dos Mosquises", Parque Nacional Archipiélago de los Roques, y señaló que la presencia de dinoflagelados bentónicos, como parte del

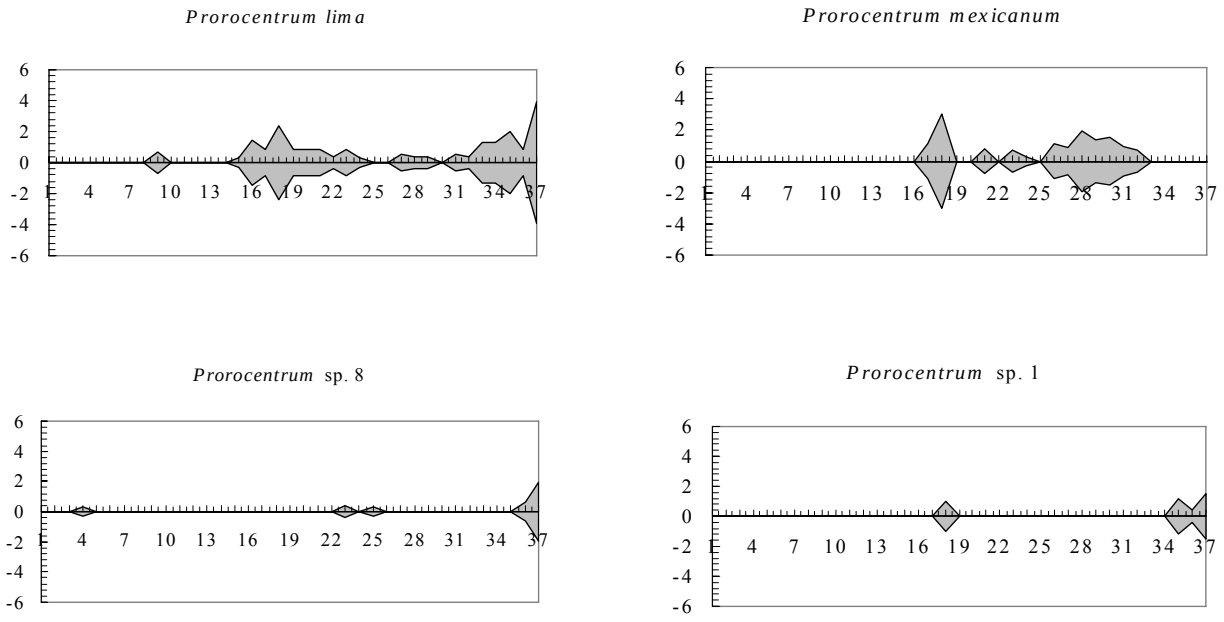


Fig. 3. Abundancia relativa de las especies dominantes en la fracción de 20µm encontradas sobre *T. testudinum* en: golfo de Cariaco, estaciones 1 a 16; la bahía de Mochima, estaciones 17 a 22; golfo de Santa Fe, estaciones 23 a 32; y la isla La Tortuga, estaciones 33 a 37; durante el periodo diciembre 2004 - enero 2006.

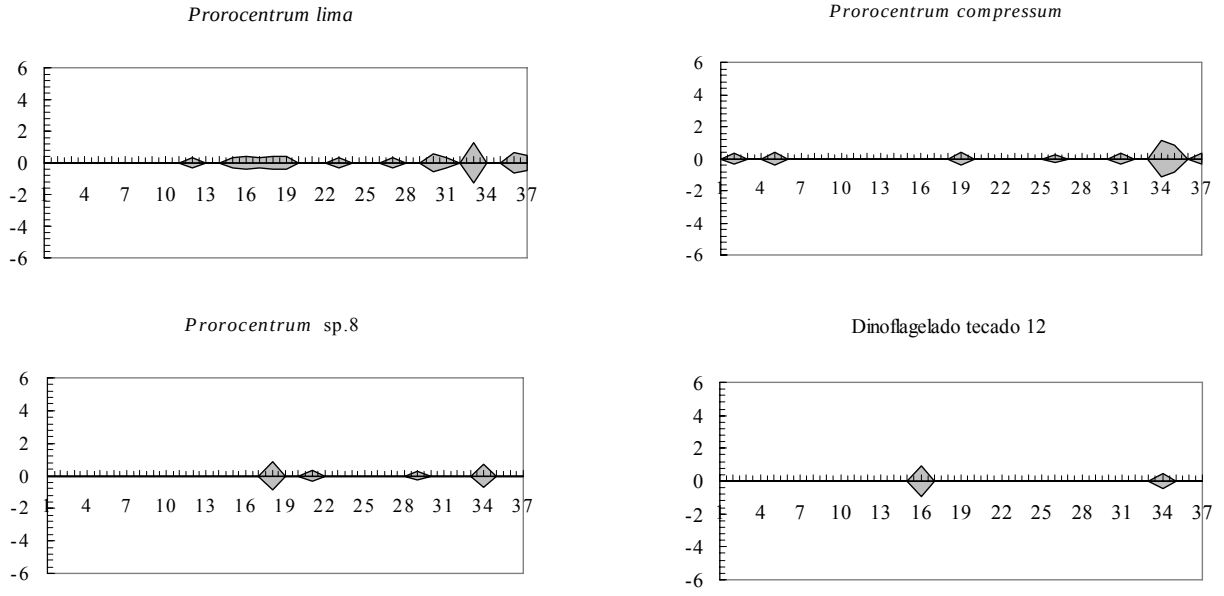


Fig. 4. Abundancia relativa de las especies dominantes en la fracción de 60µm encontradas sobre *Thalassia testudinum* en: golfo de Cariaco, estaciones 1 a 16; la bahía de Mochima, estaciones 17 a 22; golfo de Santa Fe, estaciones 23 a 32; y la isla La Tortuga, estaciones 33 a 37; durante el periodo diciembre 2004 - enero 2006.

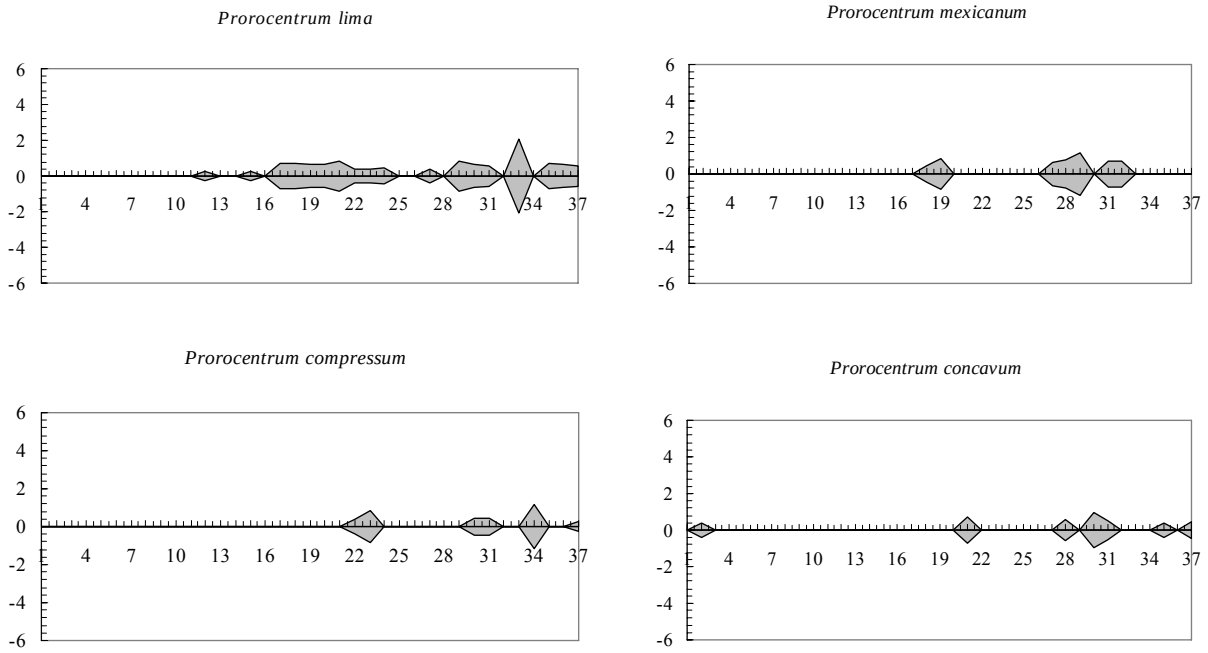


Fig. 5. Abundancia relativa de las especies dominantes en la fracción de 111µm encontradas sobre *Thalassia testudinum* en: golfo de Cariaco, estaciones 1 a 16; la bahía de Mochima, estaciones 17 a 22; golfo de Santa Fe, estaciones 23 a 32; y la isla La Tortuga, estaciones 33 a 37; durante el periodo diciembre 2004- enero 2006.

fitoplancton, se debía a la acción del viento del este que sopla en esa área de estudio y que favorece la aparición de las especies microfitobentónicas. Por otra parte, Lucas *et al*. (2001) detectaron la presencia de formas planctónicas dentro de comunidades microfitobentónicas en los sedimentos de arrecifes en el estuario Westerschelde (Holanda) y en el golfo de Trieste (Italia), respectivamente. Estos hallazgos indican un intercambio de organismos con la columna de agua, especialmente de especies coloniales, las cuales tienden a hundirse cuando no hay turbulencia; así, se producen ciclos de resuspensión y sedimentación en la columna de agua.

También se observaron organismos de agua dulce, como es el caso de *Anabaena* sp., *Chroococcus* sp., *Spirulina* sp., *Scenedesmus* sp., *Oscillatoria* sp. 1, *Oscillatoria* sp. 2, *Oscillatoria* sp. 3, *Schizothrix* sp.; debido posiblemente al agua de escorrentía de las zonas estudiadas. En algunos casos, llovió los días previos o el mismo día en que se recolectaron las muestras y la presencia de estos organismos fue un indicador de la influencia de aguas continentales en esas estaciones. Las cianobacterias filamentosas, conjuntamente con las diatomeas, son consideradas oportunistas en los sistemas bentónicos, ya que pueden crecer rápidamente como respuesta a condiciones favorables de temperatura, salinidad y nutrientes (Siqueiros *et al*. 1985).

Los dinoflagelados bentónicos estuvieron presentes en todas las áreas estudiadas. Adicionalmente, la mayoría de las especies de dinoflagelados epífitos encontradas en este trabajo, también fueron registradas por Gamboa Márquez (1994) en el Archipiélago de los Roques, Cavada Blanco (2005) en el Archipiélago de Los Frailes, Delgado *et al*. (2006) en el noreste de las costas de Cuba y más recientemente en la isla de Margarita Solórzano Maneiro (2006), lo que indica que estos organismos tienen una amplia distribución en el nororiente de Venezuela y en el Mar Caribe; causando también inquietud sobre los posibles problemas de salud pública en el que algunos de ellos han sido asociados, como es el caso de la ciguatera.

Las abundancias de los dinoflagelados bentónicos halladas en este estudio fueron más altas a las reportadas por Delgado *et al*. (2006) en costas cubanas y Solórzano Maneiro (2006), en la isla de Margarita; aunque con este último trabajo hay que tener precaución al momento de

hacer comparaciones ya que la metodología empleada fue algo distinta a la aplicada en este trabajo. Solórzano Maneiro (2006), además de las hojas de *Thalassia,* utilizó los haces foliares de la planta y el material vegetal recolectado fue secado en una estufa a 70 ºC. Sin embargo, los valores medidos son inferiores a los informados por Vila *et al*. (2001) en el noreste del Mediterráneo. Es posible que la diferencia se deba a que ellos estudiaron distintos hábitats y regímenes hidrodinámicos (adheridos a macroalgas, en la columna de agua y en la arena), adicionalmente a los tiempos de muestreo, ya que estos fueron mensuales.

Dada la naturaleza puntual del muestreo, no es posible explicar porqué fue tan alta la abundancia de dinoflagelados bentónicos en la estación Mangle Quemao (3,0x 10^4 céls. g^{-1}). Esta zona de la bahía de Mochima tiene una exposición moderada al oleaje y recibe el agua de escorrentía de una vertiente sólo ocasionalmente durante la época de lluvias. En esta estación es necesario recolectar muestras de manera periódica para establecer si los altos valores de abundancia son típicos; aunque cabe resaltar que los mecanismos que disparan la abundancia específica no se conocen claramente (Ballesteros 1992), pero es probable que el régimen hidrodinámico pueda estar involucrado. En sistemas costeros de gran energía, la biomasa de dinoflagelados bentónicos es menor a la de aquellos sistemas de menor energía (Garstecki *et al.* 2002).

Delgado *et al*. (2006) señalaron que donde hay altas tasas de sedimentación sobre las macroalgas, probablemente el crecimiento de los dinoflagelados bentónicos se limite, ya que la superficie colonizable se reduce y los organismos no pueden adherirse firmemente al sustrato. En las estaciones Pariche, Guacarapo, Turpialito y las Llaves (golfo de Cariaco) las hojas de *Thalassia* están recubiertas por una gruesa capa de sedimentos lo que explicaría la ausencia de dinoflagelados bentónicos.

El hecho de que los dinoflagelados epífitos estuvieran presentes en casi todas las estaciones exceptuando aquellas como Las Llaves, El Peñón y Punta Delgada (Golfo de Cariaco) donde la salinidad fue muy baja, indica que estos organismos toleran un amplio intervalo de salinidad. Tal intervalo puede extenderse hasta 37 como lo detectó Solórzano Maneiro (2006) en una estación de Boca del Río, en la Isla de Margarita. Los valores de abundancia más elevados coincidieron con temperaturas relativamente altas (29 y 30°C) lo que sugiere que los organismos prefieren aguas con estas condiciones. Sin embargo, los organismos deben tolerar un intervalo térmico amplio ya que en la estación Mangle Quemao, donde se detectó la abundancia más alta del estudio, el intervalo anual de temperatura es de 22,4 – 29, 2 ºC (Ruiz Allais 1995). Aún no esta claro si existe un patrón de distribución de estos organismos con respecto a la temperatura del agua. En el trabajo realizado por Gillespie *et al*. (1985), se demostró que la variación temporal de la abundancia de *G. toxicus* en Australia no estaba directamente relacionada con la temperatura. Es posible pensar que en el nororiente de Venezuela los cambios estacionales de la temperatura no influyan sobre la presencia y abundancia de dinoflagelados epífitos. Esta aseveración es apoyada por la similitud de los resultados obtenidos en este trabajo con los obtenidos por Solórzano Maneiro (2006) durante diciembre 2003 - mayo 2004 en la isla de Margarita.

Las mayores abundancias relativas en las tres fracciones estudiadas correspondieron a *P. lima*, *P. mexicanum*, *P. compressum*, *Prorocentrum* sp. 8, coincidiendo las tres primeras de estas especies con las encontradas por Solórzano Maneiro (2006), como especies dominantes en una estación costera de Boca del Río. De igual manera, Cavada Blanco (2005), identificó a *P. lima*, *P. emarginatum*, *P. concavum*, *P. micans* y *O. lenticularis* en su trabajo del microfitobentos asociado a la comunidad de corales de la bahía de Puerto Real (archipiélago de los Frailes). Por su parte, Fukuyo (1981) obtuvo resultados similares también en arrecifes coralinos de islas Ryukyu Japón; el autor determinó que *P. lima, P. concavum, P. emarginatum, O. lenticularis* y *O. ovata* eran las especies de dinoflagelados epífitos mejor representadas. Recientemente, se ha señalado que estos organismos son capaces de colonizar botellas y otros desechos plásticos (Troccoli Ghinaglia *com. pers*.) lo que demuestra que los dinoflagelados epífitos tienen una gran flexibilidad de adaptación a diferentes tipos de sustrato y rebate su supuesta restricción a ecosistemas coralinos (Gamboa Márquez 1994).

La dominancia de *P. lima* puede atribuirse a su capacidad para colonizar diversos tipos de sustratos. Esta especie puede estar asociada a macroalgas, corales, detritos, otros sustratos y ocasionalmente puede encontrarse como especie meroplanctónica (Bravo *et al*. 2001). *P. lima* es una especie cosmopolita y presenta polimorfismo celular (Bouaicha *et al*. 2001) de acuerdo a las condiciones hidrográficas del ambiente donde se

encuentre. Además, este polimorfismo depende también en gran medida de la ecología de la especie, es decir, si ésta es bentónica o epífita (Faust 1991). Se encuentra tanto en el plancton como en el bentos, y en aguas templadas, subtropicales y tropicales. Esta especie ha sido encontrada en aguas europeas y en los cayos de Florida durante todo el año y su mayor abundancia ocurre entre los meses de noviembre y mayo (Bomber *et al*. 1989). Heil *et al*. (1998) reportó esta especie en Australia y la asoció con la ciguatera. En Venezuela ha sido reportada para la bahía de Mochima (Halim 1967), Parque Nacional Morrocoy (Chacón 1993 citada por Gamboa Márquez 1994), Archipiélago de los Roques (Gamboa Márquez 1994), Archipiélago de Los Frailes (Cavada Blanco 2005) y en la isla de Margarita (Solórzano- Maneiro 2006).

Teniendo en cuenta la riqueza pesquera de las zonas estudiadas y el hecho de que muchas especies se alimentan directa o indirectamente de *Thalassia* y que muchas otras son fitoplanctonófagas, hay que considerar seriamente el efecto que estas microalgas potencialmente ciguatoxigénicas pueden tener sobre los humanos. Por tanto, se hace necesario la realización de estudios adicionales para determinar si estos organismos son productores de las toxinas generadoras de la ciguatera y si las mismas son acumuladas a lo largo de las cadenas y redes tróficas marinas. Sólo así podrá determinarse de forma definitiva si las aguas venezolanas, a diferencia de otras áreas del Mar Caribe, están libres de ciguatera.

CONCLUSIONES

Los dinoflagelados bentónicos estuvieron presentes en todas las áreas muestreadas, lo que indicó, que las condiciones ambientales en las praderas de *T. testudinum* de las zonas estudiadas favorecen el crecimiento de estos organismos. El hecho de que *Prorocentrum lima* fue la especie con mayor abundancia y frecuencia durante el muestreo, seguido de *P. mexicanum* y *P. compressum* indicó que estos organismos tienen una amplia distribución en el área de estudio.

AGRADECIMIENTO

Loa autores quieren expresar su agradecimiento a Sonia Subero Pino, Lina Charzeddine, Nicolás Suárez, Alvin Carvajal, Maria Elena Amaro, Lilian Ruiz, Juan Pedro Ruiz, Alberto Boscari, Thays Allen y Henry Córdova cuya generosa ayuda hizo posible la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

Aberle - Malzahn, N. 2004. *The microphytobenthos an its role in aquatic food webs*. Trab. Grad. Doctorado, Ciencias Naturales, Christian Albrechts Universitat. Kiel, Denmark 107 pp.

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. Sci. Fis.* 45 (1): 67-71.

Balech, E. 1988. *Los dinoflagelados del Atlántico sudoccidental*. Especiales del Inst. Español de Oceanogr. Min. de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España, 310 pp.

Ballesteros, E. 1992. Els vegetals i la zonació litoral: espècies comunitats i factors que influeixen en la seva distribució. Institut de Estudis Catalans, Barcelona, España, 65 pp.

Bomber, J., M. Rubio & D. Norris. 1989. Epiphytism of dinoflagellates associated with the disease ciguatera: substrate specificity and nutrition. *Phycologia* 28 (3): 360 - 368.

Bouaicha, N., H. Chézeau., J. Turquet., J. Quod & S. Puiseux-Dao. 2001. Morphologycal and toxicological variability of *P. lima* clones isolated from four locations in the South-West Indian Ocean. *Toxicon*. 39: 1195-1202.

Boyer, J., J. Fourqurean & R. Jones. 1997. Spatial characterization of a water quality in Florida Bay and Whitewater Bay by multivariate analysis: Zones of similar influence (ZSI). *Estuaries* 20: 743-758.

Bravo, I., M. Fernández., I. Ramilo & A. Martínez. 2001. Toxic composition of the toxic dinoflagellate *P. lima* isolated from different locations along the Galician coast. *Toxicon*, 39: 1537 - 1545.

Broker, J. & L. Stal. 2001. Short-term dynamics in microphytobenthos distribution and associated extracellular carbohydrates in surface sediments of an intertidal mudflat. *Mar. Ecol*. 218: 33- 44.

Cavada Blanco, F. 2005. *Composición, abundancia y estructura comunitaria del microfitobentos asociado a la comunidad de corales de la bahía de Puerto Real, isla Puerto Real, Archipiélago de Los Frailes, durante el período mayo-junio 2004*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela, 72 pp.

Delgado, G., C. Lechuga-Devéze., L. Troccoli & C. Salinas. 2006. Epiphytic dinoflagellates associated with ciguatera in the Northwestern coast of Cuba. *Rev. Biol. Trop*. 54 (2): 299- 310.

Díaz-Ramos, J., I. SÁnchez-Suarez., J. Gamboa Marquez., G. Estrella de Freites & A. La Barbera Sánchez. 2002. *Guía de los dinoflagelados marinos del Mar Caribe Suroriental***.** Coordinación de Publicaciones del Rectorado de la Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela, 130 pp.

Dizón, R. & H. Yap. 2003. Metabolic changes and compositional shifts in nutrient-enriched tropical reef sediment communities. *Scient. Mar*. 67 (2): 117-127.

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: 548-58.

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

_____. 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.

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

_____. 1997. Three new benthic species of *Prorocentrum* (Dinophyceae) from Belize: *P. norrisianum sp. nov*., *P. tropicalis* sp. nov., and *P. reticulatum sp. nov. J. Phycol*. 33: 851-858.

_____. & Gulledge, R. 2002. *Identifying harmful marine dinoflagellates*. Smithssonian Institution., Washington, D. C., USA. 144 pp.

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

Gamboa Márquez, J. 1994. *Estudio taxonómico de los dinoflagelados (Pyrrophyta) de los Islotes "Dos Mosquises*", *Parque Nacional "Archipiélago de Los Roques", Venezuela.* Trab. Grad. Lic en Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 224 pp.

Garstescki, T., S. Wickham & H. Arndt. 2002. Effects of experimental sediments resuspension on a coastal planktonic food web. *Est. Coas. Shelf. Sci*. 55: 751-762.

Gillespie, N., M. Holmes., J. Burke & J. Doley. 1985. Distribution and peridiocity of *Gambierdiscus toxicus* in Queensland, Australia. In: *Toxic dinoflagellates*. D. Anderson; A. White y D. Baden (eds.). Elsevier. New York. USA. 183-188.

Halim, Y. 1967. Dinoflagellates of the South-East Caribbean Sea (East Venezuela). *Int. Revue Ges. Hydrobiol*. 52 (5): 701-755.

Heil, A., P. Bird & W. Denninson. 1998. Macroalgal habitat preference of ciguatera dinoflagellates at Heron island, a coral cay in the southeaster great barrier ref., Australia. In: *Harmful Algae*. B. Reguera; J. Blanco; M. Fernández y T. Wyatt (eds.) Xunta de Galicia and International Govemmental Commission of UNESCO. Vigo, Spain, 52-53.

La Barbera de Oliveros, A. 1992. Generalidades sobre la intoxicación paralizante producida por moluscos. *Rev. Med. Oriente* 3 (2): 5-9.

Larsen, J. & O. Moestrup. 1989. *Guide to toxic and potentially toxic marine algae*. The Fish Inspection Service, Ministry of Fisheries. Copenhagen, Denmark , 61 pp.

Levington, J. 2001. *Marine biology: function, biodiversity, ecology*. Prentice-Hall, Oxford, U. K. 425 pp.

Licea, S., J. Moreno., H. Santoyo & G. Figueroa. 1995. *Dinoflagelados del golfo de California*. Impresiones Integradas del Sur, Universidad Atónoma de Baja California Sur, La Paz México, 25 pp.

LUCAS, C., C. BANHAM & P. HOLLIGAN. 2001. Benthic-pelagic exchange of microalgae at a tidal flat. 2. Taxonomic analysis. *Mar. Ecol*. 212: 39- 52.

MITBARKAR, S. & J. ANIL. 2002. Diatoms of the microphytobenthic community: population structure in a tropical intertidal sand flat. *Mar. Biol*. 140: 41-57.

QUOD, J., G. TUROVET & V. FESSARD. 1995. Screening of extracts of dinoflagellates from coral reefs (Reunion island, SW Indian Ocean), and their biological activities. In: *Harmful Marine Algal Blooms*. Lassus, P., G. Arzul, P. Errad, P. Gentien y C. Marcaillon (eds.). Lavoiser Publishing. Paris, France, 815-820.

RUIZ ALLAIS, J. 1995. *Biomasa y productividad foliar de Thalassia testudinum Banks ex Konig en la bahía de Mochima, edo. Sucre*. Trab. Grad. Lic. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 70 pp.

SÁNCHEZ SUÁREZ, I. 1994. *Ecología y dinámica del fitoplancton en arrecifes coralinos: Un estudio en los "Islotes Dos Mosquises", Parque Nacional Archipiélago de los Roques, Venezuela*. Trab. Grad. Doctorado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 215 pp.

SIQUEIROS, D., S. IBARRA & D. LOYA. 1985. Una aproximación a la estructura florística de las diatomeas epífitas de *Zostera marina* y sus variaciones temporales, en bahía Falsa, San Quentin. *Cien. Mar*. 11 (2): 69- 88.

SOLÓRZANO MANEIRO, R. 2006. *Variabilidad quincenal de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos asociados a Thalassia testudinum (König, 1805), en una estación costera de Boca del Río, (diciembre 2003 - mayo 2004).* Trab. Grad. Lic Biología, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela, 54 pp.

SOURNIA, A. 1986. *Atlas du phytoplancton marin*. I. Centre National de la Recherche Scientifique, París, France, 219 pp.

SCHWOERBEL, J. 1975. *Métodos de hidrobiología*. Hermann Blume Ediciones, Madrid, España, 261 pp.

TOMAS, C. 1996. *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press. New York, USA 858 pp.

VILA, M., E. GARCÉS & M. MASÓ. 2001. Potentially toxic epiphytic Dinoflagellate assemblages on macroalgae in the NW Mediterranean. *Aquat. Microb. Ecol*. 26: 51-60.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur vervolkommung der quantitativen Phytoplankton Methodig. *Mitt. Verein. Theor. Angiew. Limnol*. 9: 1-38.

RECIBIDO: Noviembre 2007
ACEPTADO: Mayo 2008