

El efecto de la temporada ciclónica 2005 sobre el fitoplancton de la Bahía de Cienfuegos, Cuba

The effect of the cyclonic season 2005 on the phytoplankton from Cienfuegos Bay, Cuba

Ángel Moreira,¹ Augusto Comas,¹ Mabel Seisdedo¹ y Sinai Barcia²

¹ Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC). Calle 17 esq. Ave. 46 s/n, Reparto Reina, Cienfuegos, Cuba, CP 55100

² Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos. Calle 52 A, e/ 24 y 26, s/n, CP 55100, Cienfuegos, Cuba

RESUMEN

El fitoplancton es uno de los componentes más abundantes de la biodiversidad de la Bahía de Cienfuegos. Se estudió el impacto de la temporada ciclónica 2005 sobre la composición y abundancia de estos organismos en el período de marzo-octubre. La composición específica de microalgas planctónicas de la bahía en marzo estuvo dominada por diatomeas y dinoflagelados marino-estuarinos como *Nitzschia longissima*, *Thalassionema nitzschiooides* y *Prorocentrum micans*. Al final de la temporada ciclónica, los cambios en la estructura de la comunidad fitoplanctónica fueron drásticos, prácticamente no se registró fitoplancton marino en la bahía. Las microalgas dulciacuícolas de los géneros *Chlorella*, *Monoraphidium*, *Cyclotella*, *Aulacoseira*, *Pseudoanabaena*, *Planktothrix*, *Dolichospermum*, *Microcystis* y *Cryptomonas* predominaron con altas concentraciones, lo cual constituye un indicador de aporte de agua dulce a este ecosistema.

Palabras clave: Bahía de Cienfuegos, fitoplancton, huracán Dennis, microalgas tóxicas.

ABSTRACT

Phytoplankton is one of the most abundant components of biodiversity of Cienfuegos Bay. The impact of the cyclonic season 2005 on the composition and abundance of these organisms was studied from the period March to October. The specific composition of planktic microalgae of the bay in March was dominated by diatoms and dinoflagellates marine-estuarines such as *Nitzschia longissima*, *Thalassionema nitzschiooides* and *Prorocentrum micans*. At the end of the cyclonic season, changes in the structure of phytoplanktonic community were drastic; practically the marine phytoplankton was not registered at the bay. Freshwater microalgae of genus *Chlorella*, *Monoraphidium*, *Cyclotella*, *Aulacoseira*, *Pseudoanabaena*, *Planktothrix*, *Dolichospermum*, *Microcystis* and *Cryptomonas* predominated in high concentrations, which constitute an indicator of freshwater inflow to this ecosystem.

Keywords: Cienfuegos Bay, phytoplankton, Dennis hurricane, toxic microalgae.

INTRODUCCIÓN

Las microalgas, macroalgas y fanerógamas, constituyen los eslabones primarios de la gran cadena alimentaria del mundo acuático y por ello están considerados de alto valor ecológico. Se estima que el 90 % del total de la fotosíntesis y del aporte de oxígeno a la atmósfera tiene lugar en los océanos producto a la actividad del fitoplancton. Estos organismos desempeñan además un papel importante en la alimentación de diversidad de peces, moluscos, larvas de crustáceos y otros organismos de interés comercial. Algunos animales marinos mayores, como ballenas, tiburones gigantes y la raya diablo, la utilizan directamente como alimento.

Los ecosistemas marinos en Centroamérica y el Caribe son afectados anualmente por el paso de varios huracanes.

Varios estudios han evidenciado que después del paso de huracanes se produce un desequilibrio en la estructura de los ecosistemas, lo cual se manifiesta en un cambio drástico en la estructura de las comunidades planctónicas y bentónicas. Especialmente, los sistemas estuarinos reciben un incremento en la carga orgánica y biomasa de fitoplancton, sufriendo este último cambios en su composición taxonómica (Walker *et al.*, 2005; Paerl *et al.*, 2005).

La Bahía de Cienfuegos es uno de los recursos naturales máspreciados de la provincia de igual nombre, se encuentra ubicada en el centro-sur de Cuba y forma parte del complejo estuarino costero el cual, según Baisre (1992), está limitado a unas pocas porciones de la plataforma cubana. Entre los recursos más abundantes de este acuitorio se encuentra el fitoplancton marino

(Moreira *et. al.*, 2007). El presente trabajo tiene como objetivo estudiar el impacto producido por la temporada ciclónica 2005 sobre la composición y abundancia de las comunidades del fitoplancton en la Bahía de Cienfuegos, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Bahía de Cienfuegos (Fig. 1) se encuentra ubicada en los 22° 9' L. N. y 80° 27' L. O. en la región sur-central de Cuba. Es una bahía semicerrada con un área superficial de 90 km² y profundidad media de 14 m, conectada al Mar Caribe por un estrecho canal de aproximadamente 3 km de largo y una profundidad de 30 m. La celda norte recibe la mayor parte del impacto de las descargas de residuales urbanos de la ciudad de Cienfuegos (Villasol *et al.*, 1990), mientras que el lóbulo sur recibe un menor impacto antrópico, aportado por los ríos Caonao y Arimao.

La bahía presenta características estuarinas basadas en la estratificación vertical como resultado del aporte de los ríos y a la baja energía mareal. Durante la estación de lluvia (mayo-octubre) la bahía muestra bajos valores de salinidad en la capa superficial (16-20 %), mientras que en la capa de fondo mantiene salinidades oceánicas. El resto del año muestra salinidades de 30-32 % (Seisdedo & Muñoz, 2004).

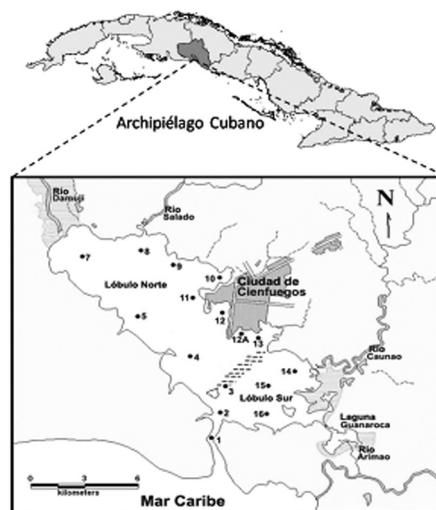


Fig. 1 Red de monitoreo hidrológico en la Bahía de Cienfuegos

Mediciones físico-químicas

Se tomaron muestras en superficie y fondo para la medición de la temperatura, la salinidad y nutrientes como

fosfato (P-PO_4^{3-}), nitrito (N-NO_2^-) y silicato (Si-SiO_3^{2-}). La salinidad y la temperatura se determinaron *in situ* mediante una sonda digital modelo YSI-30. El silicato se determinó por la técnica del ácido silicomolíbdico y el fosfato por el método de Murphy y Riley, ambos según la UNEP (1991). Para la cuantificación del nitrito se utilizó la metodología de la UNESCO (1983).

Se tomaron los valores de las precipitaciones antes, durante y después del paso del huracán, así como la velocidad del viento durante el paso del evento meteorológico. Estos datos fueron ofrecidos por el Instituto de Recursos Hidráulicos y Centro Metereológico Provincial de Cienfuegos.

Muestreo y procesamiento de muestras

De los 16 puntos que conforman la red de monitoreo hidroquímico (Seisdedo *et al.*, 2004) de la Bahía de Cienfuegos se seleccionaron 10 estaciones, teniendo en cuenta para sus localizaciones los principales rasgos morfológicos de este ecosistema, sus diferentes usos, las fuentes contaminantes presentes, entre otras (Fig. 1). Las estaciones 2; 14 y 15 corresponden al Lóbulo Sur de la bahía, mientras que las estaciones 7; 8; 10; 11 y 12 corresponden al Lóbulo Norte.

Las muestras fueron colectadas durante los meses de marzo (seca), y octubre (lluvia) de 2005. La colecta se realizó al nivel subsuperficial (0,2 m de profundidad) durante las horas claras del día, con la ayuda de una botella Niskin. El volumen de muestra total fue de 1 L y la fijación se efectuó inmediatamente con lugol ácido. Se empleó el método de sedimentación. Para el análisis de las muestras se utilizó una cámara de conteo Rigosha y un microscopio biológico OLYMPUS BH-2, con aumento ocular de 12x y objetivos de 16x, 40x y 100x. La concentración de los organismos se expresó en células por litro. Para la identificación de las especies se consultaron: Balech, 1988; Hallegraeff *et al.*, 1995; Hasle & Syverstsen, 1997.

Con el objetivo de comparar la variación de los valores de densidad microalgal entre estaciones y meses se utilizó un análisis de varianza bifactorial ($p < 0,05$). El análisis de los datos se realizó a través del paquete estadístico STATISTICA 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones hidrometeorológicas

Los valores de precipitación entre los meses de enero y abril fueron muy bajos. En mayo y junio se produjo un pequeño aumento de las lluvias, no obstante, los acumulados se quedaron muy por debajo de la media

histórica para este bimestre, el más lluvioso del año históricamente (Barcia & Orbe, 2006) (Fig. 2). Los valores de salinidad de la bahía en este período evidenciaron marcadas condiciones oceánicas, con valor promedio de 32 ppt en superficie (TABLA 1).

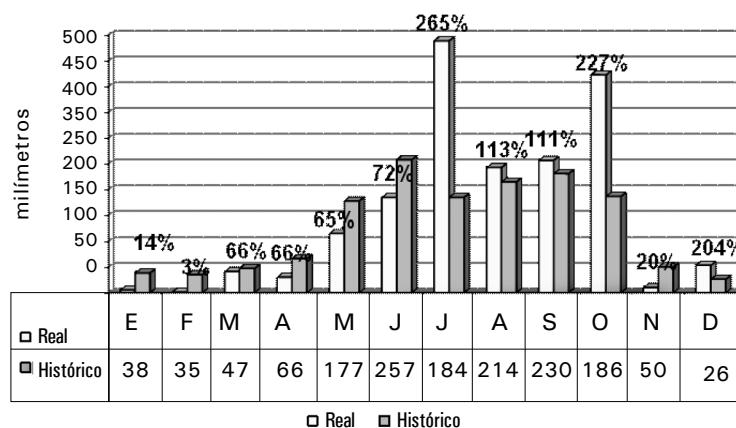
Las intensas lluvias asociadas al huracán Dennis (julio, 2005) contribuyeron a que el acumulado en el mes de julio estuviera al 265 % con respecto a la media histórica (Fig. 2). En relación con la velocidad del viento, la estación meteorológica de Cienfuegos registró al paso del meteoro una racha máxima de 158 km/h de región nordeste, lo

que ubicaba a la zona de la bahía en el radio de vientos huracanados de Categoría 2 (Escala Saffir-Simpson) (Barcia & Orbe, 2006; Alfonso *et al.*, 2005).

La salinidad, después del paso del huracán, descendió bruscamente en toda la bahía. Un día posterior al paso de Dennis, la salinidad registrada cerca del canal de entrada a la bahía fue de 7,3 ppt. Posteriormente, en el mes de octubre el valor promedio de salinidad fue de 10,8 ppt en superficie. Los valores de algunos nutrientes como nitrato, nitrito, fosfato y silicato se incrementaron en este período lluvioso (TABLA 1).

TABLA 1. Resultados de los indicadores hidroquímicos antes del huracán (seca, marzo/2005) y al finalizar la temporada ciclónica (lluvia, octubre/2005)

Indicadores	Unidad	Bahía de Cienfuegos			
		Seca		Lluvia	
		Superf.	Fondo	Superf.	Fondo
Salinidad	ppt	32,61	32,41	10,84	22,81
Temperatura	°C	26,16	26,06	29,76	29,76
pH	u	8,02	8,04	8,24	8,01
Transp. (%)	%	49,56		11,26	
OD	mg/L	6,79	6,95	7,65	5,30
Sólidos susp.	mg/L	6,06	7,79	10,71	6,44
N-NH ₃	umol/L	0,49		0,015	
N-NO ₂	umol/L	0,060	0,063	0,61	0,46
N-NO ₃	umol/L	0,41	0,40	1,63	1,32
Si	umol/L	29,81	28,65	143,00	95,06
P-PO ₄	umol/L	0,36	0,49	1,59	1,07
DBO ₅	mg/L	1,23		3,99	
Grasas y aceites	mg/L	7,59		12,96	



Fuente: Instituto de Recursos Hidráulicos.

Fig. 2 Comportamiento mensual de las precipitaciones con respecto al promedio histórico. Provincia Cienfuegos, 2005 (porcentaje con respecto al valor histórico)

Composición y abundancia del fitoplancton

Antes del huracán Dennis (marzo, 2005) se registraron valores mesotróficos de concentración fitoplanctónica. El valor promedio de densidad celular en toda la bahía fue de $2,82 \times 10^5$ cél./L. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Moreira *et al.* (2007), y evidencian el carácter mesotrófico del ecosistema Bahía de Cienfuegos para el mes de marzo del período de seca. Las estaciones 11; 12 y 14 fueron las que presentaron mayores concentraciones fitoplanctónicas, estas estaciones presentan influencia de aportes antropogénicos (residuales domésticos) e influencia fluvial.

La composición específica de microalgas planctónicas de la bahía estuvo representada por microalgas estuarino-marinas, mientras que las microalgas dulciacuícolas no estuvieron representadas. Se registraron un total de 36 especies: 19 diatomeas (1 *Amphora*, 1 *Bacteriastrum*, 1 *Biddulphia*, 4 *Chaetoceros*, 1 *Cocconeis*, 1 *Cyclotella*, 1 *Navicula*, 3 *Nitzschia*, 1 *Pleurosigma*, 1 *Pseudonitzschia*, 1 *Thalassionema*, 1 *Thalassiosira*, 1 *Thalassiothrix* y 1 *Rhizosolenia*), 11 dinoflagelados (1 *Ceratium*, 1 *Dinophysis*, 1 *Gymnodinium*, 1 *Hermesinum*, 1 *Pyrophacus*, 3

Prorocentrum y 1 *Protoperidinium*), 1 crisofícea (*Dictyocha fibula*), 2 cianofíceas (1 *Oscillatoria* y 1 *Merismopedia*), 1 euglenofícea (*Eutreptiella marina*) y 1 criptofícea (*Cryptomonas sp.*).

Las diatomeas fueron los organismos más abundantes durante el mes de marzo en todas las estaciones, excepto en las estaciones 11 y 13, donde dominaron los dinoflagelados (Fig. 3). Entre las diatomeas, las especies *Nitzschia longissima*, *Nitzschia* sp. y *Thalassionema nitzschioides* fueron las especies más abundantes en la mayoría de las estaciones (TABLA 2). Como se mencionó anteriormente, los dinoflagelados fueron abundantes en las estaciones 11 y 12, donde la especie cosmopolita formadora de mareas rojas, *Prorocentrum micans* y *Prorocentrum compressum* fueron las especies dominantes (Tabla 2). *Dinophysis caudata* ($2,2 \times 10^3$ cél./L), potencialmente productora de toxinas diarreicas se registró en la estación 12, mientras que *Gymnodinium catenatum* ($1,6 \times 10^2$ cél./L) potencialmente productora de toxinas paralizantes se registró en la estación 14. La diatomea *Pseudonitzschia* sp. potencialmente productora de toxina amnésica presentó una mayor distribución espacial, registrándose en la mayoría de las estaciones (TABLA 2 y Fig. 4).

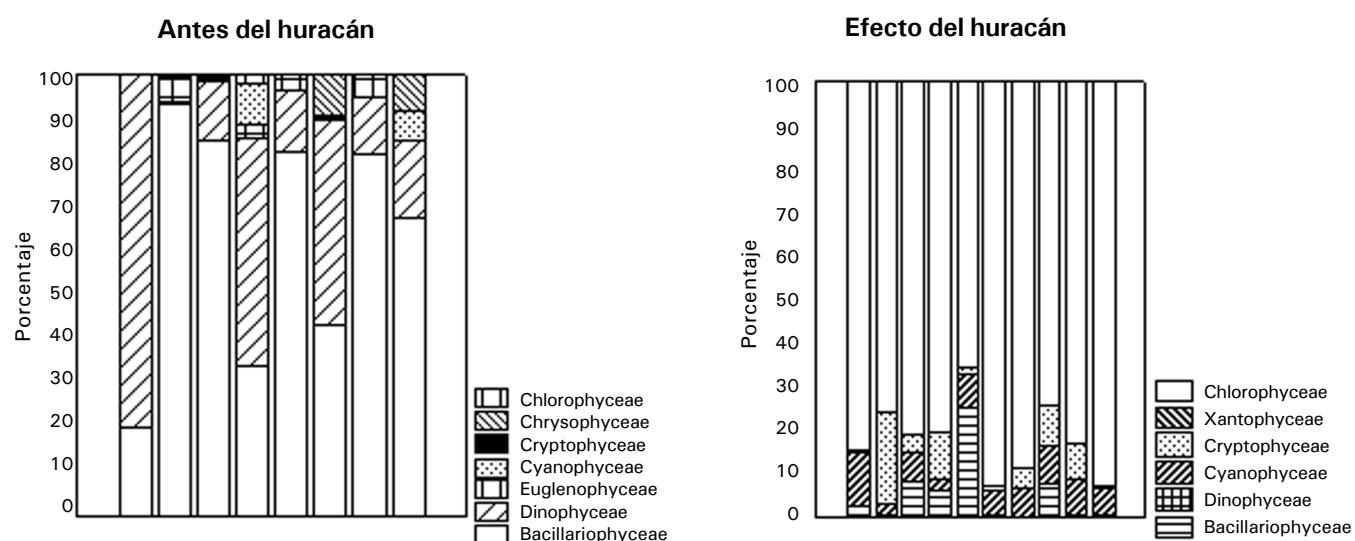


Fig. 3 Variación del porcentaje de abundancia de los principales grupos del fitoplancton antes del huracán (marzo de 2005) y al finalizar la temporada ciclónica (octubre de 2005)

TABLA 2. Composición y abundancia (cél./L) del fitoplancton antes del huracán (marzo de 2005) en las diferentes estaciones de colecta de la bahía

Especies	Estaciones de colecta							
	E2	E7	E8	E10	E11	E12	E14	E15
Dinophyceae								
<i>Ceratium furca</i>	$3,3 \times 10^2$		$5,4 \times 10^3$	$7,0 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	$5,6 \times 10^4$	$3,7 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$
<i>Dinophysis caudata</i>			$1,0 \times 10^1$			$2,2 \times 10^3$		
<i>Procentrum micans</i>	$3,3 \times 10^2$		$1,3 \times 10^4$	$2,6 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	$1,2 \times 10^5$	$8,9 \times 10^4$	$9,2 \times 10^3$
<i>P. compressum</i>	$5,5 \times 10^2$		$6,0 \times 10^3$	$2,1 \times 10^4$	$4,4 \times 10^3$	$1,4 \times 10^4$	$3,7 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$
<i>P. minimum</i>	$1,1 \times 10^2$							
<i>Hermesinum adriaticum</i>	$1,1 \times 10^2$							
<i>Protoperidinium conicum</i>	$1,2 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$		$7,8 \times 10^3$			$3,7 \times 10^3$	
<i>Protoperidinium pentagonum</i>						$1,6 \times 10^3$		
<i>Protoperidinium cf. steini</i>				$6,5 \times 10^3$		$1,6 \times 10^3$		
<i>Pyrophacus horologium</i>				$1,3 \times 10^4$	$8,8 \times 10^3$			
<i>Gymnodinium catenatum</i>							$1,6 \times 10^3$	
Bacillariophyceae								
<i>Chaetoceros didymus</i>		$1,4 \times 10^3$	$1,3 \times 10^4$		$6,6 \times 10^3$			
<i>C. peruvianus</i>			$1,2 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$			$3,7 \times 10^3$	
<i>C. affinis</i>			$3,6 \times 10^3$					
<i>C. danicus</i>					$2,2 \times 10^3$			
<i>Thalassionema nitzschiooides</i>		$1,8 \times 10^4$	$8,5 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$5,5 \times 10^4$		$4,4 \times 10^4$	
<i>Thalassiothrix longissima</i>	$1,1 \times 10^2$							$2,3 \times 10^3$
<i>Nitzschia longissima</i>	$4,4 \times 10^2$	$8,2 \times 10^3$	$2,0 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$	$9,9 \times 10^4$		$4,2 \times 10^5$	
<i>Nitzschia punctata</i>				$1,3 \times 10^4$				
<i>Nitzschia</i> sp.		$1,7 \times 10^4$	$2,4 \times 10^3$	$2,5 \times 10^4$	$9,7 \times 10^4$	$7,0 \times 10^4$	$6,7 \times 10^4$	$8,1 \times 10^3$
<i>Pseudonitzschia</i> sp.		$8,0 \times 10^2$	$1,2 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$		$3,0 \times 10^4$	
<i>Thalassiosira</i> sp.				$4,8 \times 10^3$	$5,2 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$	$6,1 \times 10^4$	$3,7 \times 10^3$
<i>Biddulphia</i> sp.	$1,1 \times 10^2$							$3,2 \times 10^4$
<i>Bacteriadrum delicatulum</i>			$8,0 \times 10^2$	$2,4 \times 10^3$			$3,8 \times 10^4$	
<i>Cyclotella</i> sp.		$1,3 \times 10^3$	$2,2 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$7,7 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	$5,9 \times 10^4$	
<i>Navicula</i> sp.			$2,4 \times 10^3$		$3,9 \times 10^3$	$4,4 \times 10^3$		$4,6 \times 10^3$
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i>					$4,4 \times 10^3$		$3,7 \times 10^3$	
<i>Amphora</i> sp.								
<i>Cocconeis</i> sp.							$3,7 \times 10^3$	
<i>Pleurosigma</i> sp.								
Chrysophyceae								
<i>Dictyocha fibula</i>				$1,2 \times 10^3$			$4,0 \times 10^4$	$5,8 \times 10^3$
Cyanophyceae								
<i>Oscillatoria</i> sp.					$2,6 \times 10^4$		$1,6 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$
<i>Merismopedia</i> sp.				$6,0 \times 10^2$				$1,2 \times 10^3$

Chlorophyceae							
Chlorophyceae							
o Eustigmatophyceae		$1,6 \times 10^2$		$6,5 \times 10^3$			
Euglenophyceae							
<i>Eutreptiella marina</i>		$3,2 \times 10^3$	$6,0 \times 10^2$	$9,1 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	$1,6 \times 10^3$	$3,7 \times 10^4$
Cryptophyceae							
<i>Cryptomonas</i> sp.						$1,0 \times 10^3$	

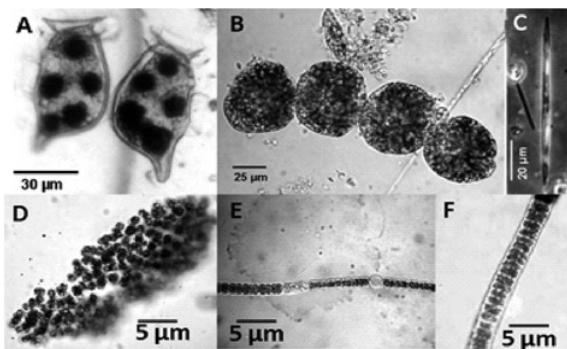


Fig. 4 Especies potencialmente tóxicas presentes durante el estudio: A-C: Antes del huracán, A. *Dinophysis caudata*, B. *Gymnodinium catenatum*, C. *Pseudonitzschia* sp. D-F: Final de la temporada ciclónica, D. *Microcystis aeruginosa*, E. *Dolichospermum solitarium*, F. *Planktothrix isothrix*

Después del paso del huracán y el resto de la temporada ciclónica que incluyó altas precipitaciones durante el mes de octubre, la composición específica de microalgas cambió totalmente, comportándose la bahía como un acuario dulciacuícola, registrándose altas concentraciones de microalgas de agua dulce (Fig. 3), las cuales debieron ser arrastradas hacia la bahía a través

de los ríos por la enorme influencia fluvial asociada a la temporada ciclónica.

Es de notar que después del paso del huracán prácticamente no se registraron organismos marinos como los dinoflagelados, los cuales son abundantes en la Bahía de Cienfuegos. *Ceratium furca*, dinoflagelado típico de la bahía solo se encontró cerca del canal de entrada. Las especies dulciacuícolas dominantes fueron las clorofíceas como *Monoraphidium* sp., diatomeas centrales como *Cyclotella meneghiniana* y *Aulacoseira granulata*; cianofíceas como *Pseudoanabaena* sp., *Planktothrix isothrix*, *Dolichospermum solitarium* y *Microcystis aeruginosa*; y flagelados como *Cryptomonas marssonii*. Es de destacar que la pequeña especie similar a *Chlorella* (Chlorophyceae o Eustigmatophyceae, de 1-2 μm de diámetro) registró concentraciones muy elevadas, superiores a 10^7 en la mayoría de las estaciones (TABLA 3 y Fig. 4). Es de notar que la mayoría de las cianofíceas registradas en altas concentraciones son potencialmente productoras de toxinas neurodigestivas. Similar al presente resultado, durante el mes de junio de 1988, se observaron florecimientos de *Microcystis aeruginosa* en playas de la Bahía de Cienfuegos producto a altas precipitaciones registradas en la provincia de Cienfuegos (A. Comas, comunicación personal).

TABLA 3. Composición y abundancia del fitoplancton después del efecto del huracán y la temporada ciclónica (octubre de 2005)

Especies	Estaciones de colecta							
	E2	E7	E8	E10	E11	E12	E14	E15
Chlorophyceae								
Chlorophyceae								
o Eustigmatophyceae	$3,9 \times 10^7$	$5,0 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$4,1 \times 10^7$	$2,5 \times 10^7$	$1,2 \times 10^7$	$1,4 \times 10^7$	$3,2 \times 10^7$
<i>Monoraphidium</i> sp.			$2,0 \times 10^5$	$1,6 \times 10^8$		$7,9 \times 10^4$	$1,6 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$
Bacillariophyceae								
<i>Aulacoseira granulata</i>		$3,5 \times 10^5$	$2,2 \times 10^4$		$1,8 \times 10^4$	$3,6 \times 10^3$		
<i>Thalassiosira</i> sp.								
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	$3,2 \times 10^5$		$9,3 \times 10^6$	$4,4 \times 10^5$		$1,3 \times 10^6$	$1,6 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$

TABLA 3 (continuación)

Especies	Estaciones de colecta							
	E2	E7	E8	E10	E11	E12	E14	E15
Xantophyceae								
<i>Centritratus cf. belenophorus</i>				$4,0 \times 10^4$				
Chryptophyceae								
<i>Cryptomonas cf. marssonii</i>	$1,0 \times 10^5$	$6,7 \times 10^5$	$5,5 \times 10^5$	$5,5 \times 10^5$		$1,6 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$	$2,8 \times 10^5$
Cyanophyceae								
<i>Pseudoanabaena</i> sp.	$1,3 \times 10^6$		$1,2 \times 10^5$	$2,1 \times 10^6$	$1,3 \times 10^5$	$1,4 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$
<i>Planktothrix isothrix</i>		$1,8 \times 10^5$	$6,8 \times 10^5$		$1,6 \times 10^6$			
<i>Dolichospermum solitarium</i>	$1,3 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$
<i>Microcystis aeruginosa</i>			$1,1 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$				
Dinophyceae								
<i>Ceratium furca</i>	$1,8 \times 10^3$							

Finalizando la temporada ciclónica 2005, todas las estaciones registraron elevadas concentraciones de microalgas de agua dulce, sin embargo, contradictoriamente, las estaciones de mayor influencia fluvial como la 7 y la 8 no presentaron las mayores concentraciones, lo cual pudiera estar relacionado con la propia influencia de las corrientes fluviales que arrastran el fitoplancton hacia la salida de la bahía. El incremento de la concentración fitoplanctónica podría estar asociado al incremento de los valores de algunos nutrientes como nitrato, nitrito, fosfato y silicato, que se incrementaron en este período lluvioso debido a la influencia de los ríos y arrastres hacia la bahía (TABLA 1).

Al comienzo del período seco 2005-2006 (noviembre de 2005), siguiendo posibles eventos de florecimientos o mareas rojas de microalgas, pudo observarse en un área próxima a la termoeléctrica (E10), que el agua se encontraba de color rojo intenso y esa misma coloración se repetía en la zona de Punta Gorda (Estación 12). Esto estuvo asociado a la presencia de florecimiento de dinoflagelados no tóxicos, predominando la especie *Prorocentrum compressum*. Si bien pudiera resultar矛盾的 la ocurrencia de estos eventos en una etapa del año donde existen buenas condiciones hidroquímicas, esto puede justificarse con una respuesta no inmediata de los organismos fitoplanctónicos ante las condiciones que aproximadamente un mes antes pudieron registrarse. Dichas condiciones comprendían mayores valores de nutrientes y materia orgánica, lo que resulta favorable para el desarrollo del fitoplancton. Resultados similares han sido observados en estuarios del sur de la Florida después del paso de huracanes y tormentas tropicales (Walker *et al.*, 2005; Paerl *et al.*, 2005).

En otro sentido, la renovación de la microflora algina de la Bahía de Cienfuegos estudiada en el presente trabajo pudiera ser beneficioso para este ecosistema. Se ha demostrado que el incremento del aporte fluvial en los sistemas acuáticos disminuye el tiempo de renovación de las aguas en los acuáticos, y ayuda a eliminar o disipar la acumulación de nutrientes proveniente de residuos urbanos, así como los focos de microalgas (mareas rojas), incluyendo las especies tóxicas (Reynolds & Lund, 1988).

CONCLUSIONES

- Se registraron intensas lluvias asociadas al Huracán Dennis y durante la temporada ciclónica 2005 en general, que contribuyeron a un brusco descenso de los valores de salinidad y a un ligero incremento en la concentración de nutrientes en la Bahía de Cienfuegos.
- Debido a las altas precipitaciones, la microflora algina de la Bahía de Cienfuegos sufrió una renovación total. Prácticamente no se registraron organismos marinos, mientras que las especies dulciacuícolas se registraron en altas concentraciones.

REFERENCIAS

- Alfonso, G., Regueira, V., Santana, O. & Barcia, S. (2005). *Dennis; el gran huracán de julio 2005 en Cienfuegos. Lecciones.* Memorias en soporte magnético del III Congreso Cubano de Meteorología, La Habana, 5-9 de diciembre, 31 pp.

- Baisre, J. S. (1992). Marine Resources of the Antilles. *FAO. Fish. Tech. Pap.*, 326, 182-235.
- Balech, E. (1988). Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.*, 1, 1-310.
- Barcia, S. & Orbe, G. (2006): *Resumen Climático Anual 2005. Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos* (inédito), 16 pp.
- Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M., & Cembella, A. D. (1995). *Manual on Harmful Marine Microalgae*. IOC Manuals and Guides No. 33, UNESCO, 551 pp.
- Hasle, G. R. & Syverstsen, E. E. (1997). Marine Diatoms. In C. R. Tomas (Ed.), *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates* (pp. 5-385). California: Academic Press.
- Moreira, A., Seisdedo, M., Leal, S., Comas, A., Delgado, G., Regadera, R. et al. (2007). Composición y abundancia del fitoplancton de la bahía de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 28 (2), 97-109.
- Paerl, H., Valdés, L., Joyner, A., Peierls, B., Piehler, M., Riggs, S. et al. (2006). Ecological Response to Hurricane Events in the Pamlico Sound System, North Carolina, and Implications for Assessment and Management in a Regime of Increased Frequency. *Estuaries and Coasts*, 29, 1033-1045.
- Reynolds, C. S. & Lund, J. W. G. (1988). The phytoplankton of an enriched, soft-water lake subject to intermittent hydraulic flushing (Grasmere, English Lake District). *Freshwater Biology*, 19, 379-404.
- Seisdedo, M. & Muñoz, A. (2004). Influencia de la estacionalidad en el comportamiento fisicoquímico de las aguas de la Bahía de Cienfuegos. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* Número especial. III Taller Internacional CONyMA, 2004.
- Seisdedo, M, Muñoz, A. & Castellanos, M. E. (2004). Propuesta de actualización del Programa de Monitoreo Hidrológico de la Bahía de Cienfuegos. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 1, Edición Especial, 1-16.
- UNEP (1991). *Standard chemical methods for marine environmental monitoring. Reference Methods for Marine Pollution Studies*. No. 50.
- UNESCO (1983). *Chemical Methods for use in Marine Environmental Monitoring*. Manual and Guides. IOC. No. 12.
- Villasol, A., Jaime, N., Mederos, R., Quintana, H., Martínez, J., Fernández, I. et al. (1990). Estudios de la Contaminación en la Bahía de Cienfuegos. Informe final del proyecto. Ministerio del Transporte, Inst. Invest. Transp., 66 pp.
- Walker, N., Leben, R. & Balasubramanian, S. (2005). Hurricane-forced upwelling and chlorophyll a enhancement within cold-core cyclones in the Gulf of Mexico. *Geophysical Research Letters*, 32, 10-16.