

# EL IMPACTO DEL HURACÁN DENNIS SOBRE EL MACROFITOBENTOS DE LA BAHÍA DE CIENFUEGOS, CUBA.

Angel Moreira <sup>1</sup>, Sinai Barcia <sup>2</sup>, Yenizeys Cabrales <sup>1</sup>, Ana María Suárez <sup>3</sup> y Mutue T. Fujii <sup>4</sup>

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

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

(3) Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Calle 16 No. 114, Playa, CP11300, Ciudad Habana, Cuba.

(4) Instituto de Botânica, Caixa Postal 4005, 01061-970 São Paulo, SP, Brasil.

(\*) Autor correspondiente: Email: [angel@gestion.ceac.cu](mailto:angel@gestion.ceac.cu)

## RESUMEN

El macrofitobentos es uno de los recursos más abundantes de la bahía de Cienfuegos. Se estudió el impacto del Huracán Dennis sobre las comunidades de macroalgas y fanerógamas de este ecosistema estuarino. Las colectas se realizaron en Mayo y Agosto de 2005, utilizándose la riqueza de especies y la biomasa como indicadores de impacto. La salinidad descendió significativamente en la bahía después del paso del huracán. El macrofitobentos fue severamente afectado por este evento meteorológico. Los valores medios de biomasa de macroalgas disminuyeron de 356, 6 g/m<sup>2</sup> a 61.5 g/m<sup>2</sup>. Posterior al huracán, la flora de macroalgas de la bahía, dominada por formas carnosas y correosas como *Hypnea*, *Acanthophora*, *Palisada*, *Gracilaria* y *Padina*, se transformó en una escasa flora dominada por pocas algas verdes tolerantes como *Chaetomorpha* y *Ulva*. La fanerógama *Halodule wrightii* Ascherson fue la especie más resistente al huracán, la biomasa de sus hojas disminuyó de 342.9 g/m<sup>2</sup> a 171.3 g/m<sup>2</sup>.

Palabras clave: macroalgas; huracanes; impacto ambiental; *Halodule wrightii*; ASW, Cuba

## ABSTRACT

Macrophytobenthos is one of the most abundant resources from Cienfuegos Bay. The impact of Hurricane Dennis on macroalgae and seagrass communities of this estuarine ecosystem was studied. Collections were made in May and August of 2005. The species richness and biomass were used as indicator of impact. Salinity declined significantly in the bay after the hurricane. Macrophytobenthos was severely affected by this meteorological event. The mean values of macroalgae biomass decreased from 356, 6 g/m<sup>2</sup> to 61.5 g/m<sup>2</sup>. After the hurricane, the macroalgal flora of the bay, dominated by coarse and thick leathery forms such as *Hypnea*, *Acanthophora*, *Palisada*, *Gracilaria* and *Padina*, was became in a flora of low diversity dominated by few opportunistic green algae such as *Chaetomorpha* and *Ulva*. The seagrass *Halodule wrightii* Ascherson was the most tolerant species to the hurricane, the biomass of its shoots decreased from 342.9 g/m<sup>2</sup> to 171.3 g/m<sup>2</sup>.

Key words: macroalgae; huracan; environmental impact; *Halodule wrightii*; ASW, Cuba.

El macrofitobentos forma parte de los eslabones primarios de la gran cadena alimentaria del mundo acuático marino, y por ello, está considerado de alto valor ecológico. Está constituido fundamentalmente por macroalgas y fanerógamas que proveen de refugio y zona de desove a comunidades de invertebrados y peces; además, a través del control del flujo de sedimentos, contribuye a la protección de la erosión de la línea costera. Además de los servicios ecológicos que brinda el macrofitobentos, éste es utilizado en el monitoreo biológico o biomonitoreo, el cual ha sido introducido en varios países como una útil adición al monitoreo físico-químico en el control de la calidad del agua y de otros problemas marinos (Alcolado, 1999). La presencia y abundancia de determinada especie tolerante de macrofita, principalmente de macroalgas, podría constituir un excelente indicador de

problemas ambientales como la eutrofización, destrucción de habitats, contaminación y la sedimentación en los ecosistemas marinos.

Los huracanes y tormentas tropicales en el Atlántico occidental se han incrementado en frecuencia e intensidad y se pronostica que continúe este ascenso en los próximos años (Goldenberg, *et al.*, 2001; Webster *et al.*, 2005). Estos eventos meteorológicos han producido severos daños sobre la biodiversidad marina en Centroamérica, el Caribe y la porción sur de Estados Unidos, siendo las comunidades bentónicas marinas unas de las más afectadas. 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 (Matta, 1981; Hagy, *et al.*, 2006; Paerl *et al.*, 2006).

La bahía de Cienfuegos constituye uno de los principales ecosistemas estuarinos de la región centro-sur de Cuba. Los principales usos de la bahía son pesquero, marítimo y conservacionista, recibiendo residuales agrícolas, industriales y urbanos (León, *et al.*, 2000). Entre los recursos más abundantes de la biodiversidad de este acuatorio se encuentra la vegetación marina (León, *et al.*, 2002; Castellanos, *et al.*, 2003; Moreira, *et al.*, 2003, 2006, 2007). Algunos estudios han estado enfocados hacia componentes de la fauna como el meiobentos (Herrera y Sánchez, 1982), peces (Aguilar, *et al.*, 1992) y aves (Lalana y Ortiz, 1990); en cambio, no existían trabajos publicados relacionados con el efecto de eventos meteorológicos extremos sobre la biota de la bahía. El presente trabajo se propone estudiar el impacto producido por el Huracán Dennis que afectó la provincia en julio de 2005, a partir de los siguientes objetivos:

- Determinar los efectos del huracán sobre determinadas variables físico-químicas como las precipitaciones, velocidad del viento y la salinidad de las aguas de la bahía.
- Determinar la variación de la riqueza de especies y biomasa de macroalgas, y pastos marinos en diferentes áreas de la bahía antes y después del huracán.

## MATERIALES Y METODOS

### Área de estudio

La bahía se encuentra ubicada en la región centro-sur de Cuba, entre los 22° 9' L.N. y 80° 27' L.O. (Fig. 1). Es un acuatorio semicerrado con un área superficial de 90 km<sup>2</sup> y profundidad media de 14 m, está conectada al Mar Caribe por un estrecho canal de aproximadamente 3 km de largo y una profundidad de 30 m. La topografía de la bahía es simple, pero incluye un bajo entre Cayo Carenas y Punta la Cueva. Este muro, sumergido a una profundidad aproximada de 1m, divide a la bahía en dos lóbulos con características hidrográficas bien definidas. 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.

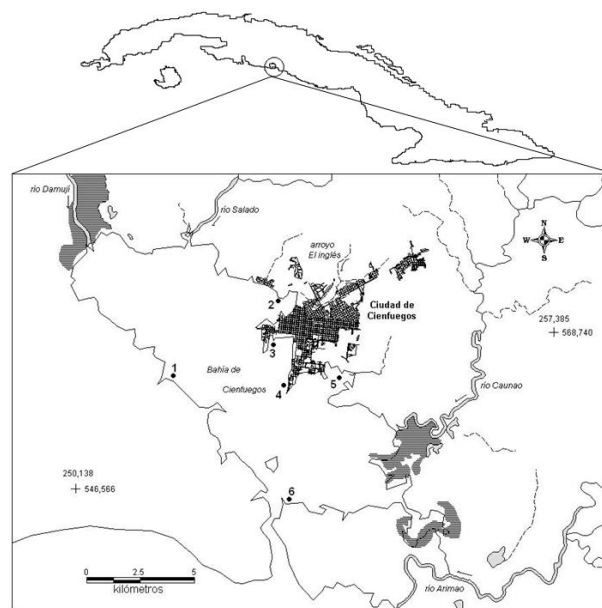


Fig. 1. Bahía de Cienfuegos. Estaciones de colecta.

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

### Muestreo, procesamiento de muestras y análisis de datos

El estudio se desarrolló durante los meses de Mayo y Agosto de 2005. Se seleccionaron 6 estaciones de colecta, representativas de las distintas áreas ecológicas de la bahía (Fig. 1), y con diferentes perturbaciones antrópicas. El sustrato de las estaciones 1 a la 5 se caracteriza por ser arenofangoso con presencia de piedras, conchas y cascajos, donde se adhieren diversas especies bentónicas. La estación 6 presenta sustrato rocoso-arenoso.

Las colectas se realizaron a través de dos transeptos de 50 m de largo, perpendiculares a la línea de costa y paralelos entre sí. Se obtuvieron 4 unidades muestrales por transecto a partir de los 10 m de la costa, recolectándose todas las macrofitas enmarcadas en un cuadrante de 0.25 m<sup>2</sup> de área cada 10 m. El número de cuadrantes se

estableció por medio del número de especies acumuladas a partir de réplicas consecutivas.

Todos los especímenes se preservaron en agua de mar con formalina al 5%, se examinaron en el laboratorio a través de un estereoscopio y microscopio biológico Olympus BH-2, y se procedió a su identificación con la ayuda de la literatura especializada como: Taylor (1960), y Littler y Littler (2000). Después de haber eliminado de la superficie el agua remanente, se obtuvieron los valores de biomasa húmeda para cada especie. Los ejemplares se pesaron utilizando una balanza técnica Ohaus con precisión de  $\pm 1$  g.

Para comparar la variación de los valores de biomasa entre estaciones y meses (antes y después del huracán) se utilizó un análisis de varianza bifactorial ( $\alpha < 0.05$ ). Debido a la gran variabilidad de los valores de biomasa, éstos fueron transformados ( $\sqrt{x}$ ) con el objetivo de que cumplieran la homogeneidad de varianza y distribución normal. Para evaluar la correlación entre los valores de salinidad y biomasa total del macrofitobentos se utilizó el análisis de correlación por rangos de Spearman ( $\alpha < 0.05$ ). El análisis de los datos se realizó a través del paquete estadístico Statistica 5.0.

Se clasificaron, de acuerdo con Littler y Littler (1980), los grupos morfofuncionales de macroalgas presentes en la bahía con el objetivo de ser utilizados como indicadores de condiciones ambientales.

En cada estación de colecta se determinó la salinidad *in situ* mediante una sonda digital modelo YSI-30. 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.

Los datos de precipitación fueron ofrecidos por el Instituto de Recursos Hidráulicos en la provincia Cienfuegos y las variables meteorológicas al paso del huracán Dennis pertenecen a la Estación Meteorológica de Cienfuegos.

## RESULTADOS

### Antes del paso de Dennis

#### 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 norma para este bimestre, el más lluvioso del año históricamente (Barcia y Orbe, 2006) (Fig. 2). Los valores de salinidad de la bahía en este periodo evidenciaron marcadas condiciones oceánicas, con valor promedio de 32 ppt en superficie (Fig. 3).

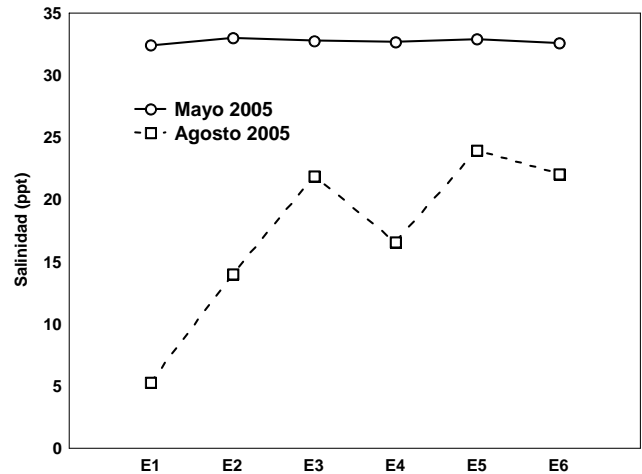


Fig. 3. Variación de los valores de salinidad en la bahía antes (Mayo/2005) y después (Agosto/2005) del paso del huracán.

#### Composición y abundancia del macrofitobentos:

En el mes de Mayo las macroalgas registraron un valor medio de biomasa de 356, 6 g/m<sup>2</sup>, mientras que la fanerógama *Halodule wrightii* Ascherson registró 342.9 g/m<sup>2</sup>. El mayor valor medio de biomasa de *H. wrightii* se registró en la estación 5, mientras que el menor se registró en la estación 6. En la estación 1 se observó el mayor valor medio de biomasa de macroalgas, y en la estación 5 el menor. *H. wrightii* fue más abundante en las estaciones 3, 4 y 5, mientras que las macroalgas lo fueron en las estaciones 1, 2 y 6 (Fig. 4).

La estructura de la comunidad de macroalgas, estuvo compuesta por 29 especies, principales contribuyentes en biomasa, de éstas, 17 fueron rodofíceas, 5 feofíceas y 7 clorofíceas. Entre las macroalgas, las especie dominantes por su biomasa fueron: *Padina sanctae-crucis* Børgesen (estación 1), *Hypnea spinella* (C. Agardh) Kütz. (estaciones 2 y 3), *Acanthophora spicifera* (Vahl) Børgesen (estación 4), *Palisada perforata* (Bory) Nam (estaciones 4 y 6), *Cladophora* sp. (Estación 6) y *Gracilaria caudata* J.Agardh (estación 5). (Tabla 1 y Fig. 5).

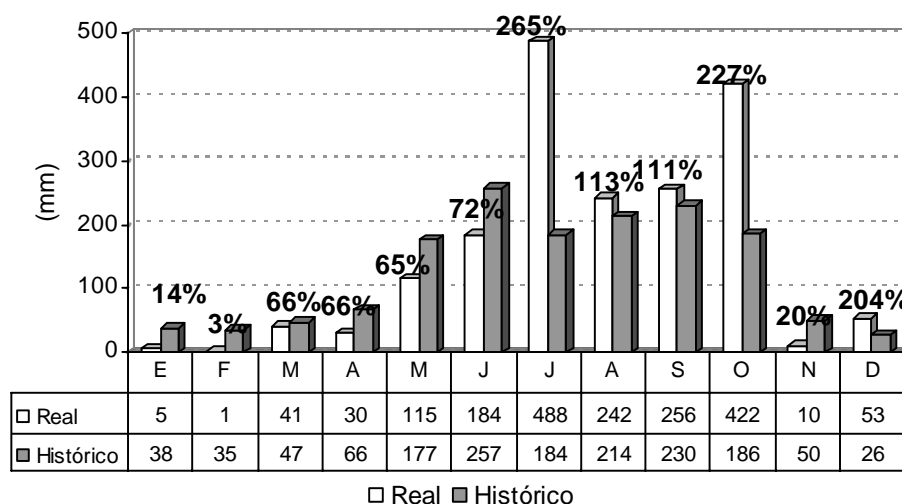


Fig. 2. Comportamiento mensual de las precipitaciones con respecto al promedio histórico. Provincia de Cienfuegos 2005 (% con respecto al valor histórico). Fuente: Recursos Hidráulicos.

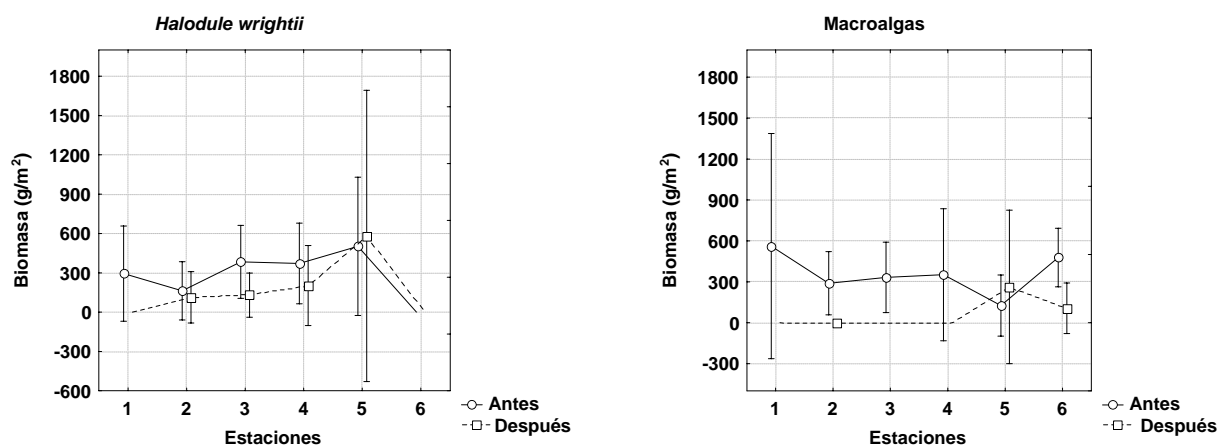


Fig. 4. Variación de los valores medios de biomasa de macroalgas y la fanerógama *H. wrightii* antes y después del huracán.

La asociación en grupos morfofuncionales indicó que la bahía se encontraba dominada por el grupo funcional de macroalgas carnosas (*Hypnea*, *Acanthophora*, *Palisada* y *Gracilaria*), seguido por las correosas (*Padina*) y por último las formas filamentosas (*Cladophora*) (Fig. 6).

### Efecto de Dennis

#### Condiciones hidrometeorológicas:

Las intensas lluvias asociadas a este organismo tropical contribuyeron a que el acumulado en el mes de julio estuviera a un 265 % con respecto a la media histórica (Fig. 2). En relación a 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 y Orbe, 2006; Alfonso *et al.*, 2005) (Tabla 2).

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 Agosto el valor promedio de salinidad fue de 17.3 ppt. (Fig. 3).

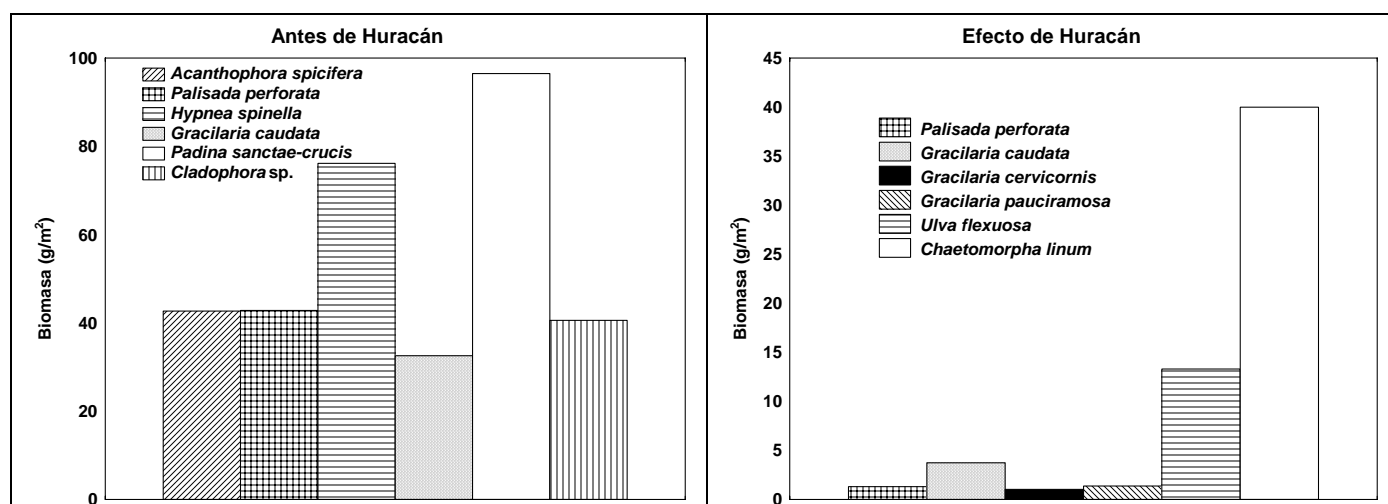


Fig. 5. Especies de macroalgas más abundantes por su biomasa antes y después del huracán.

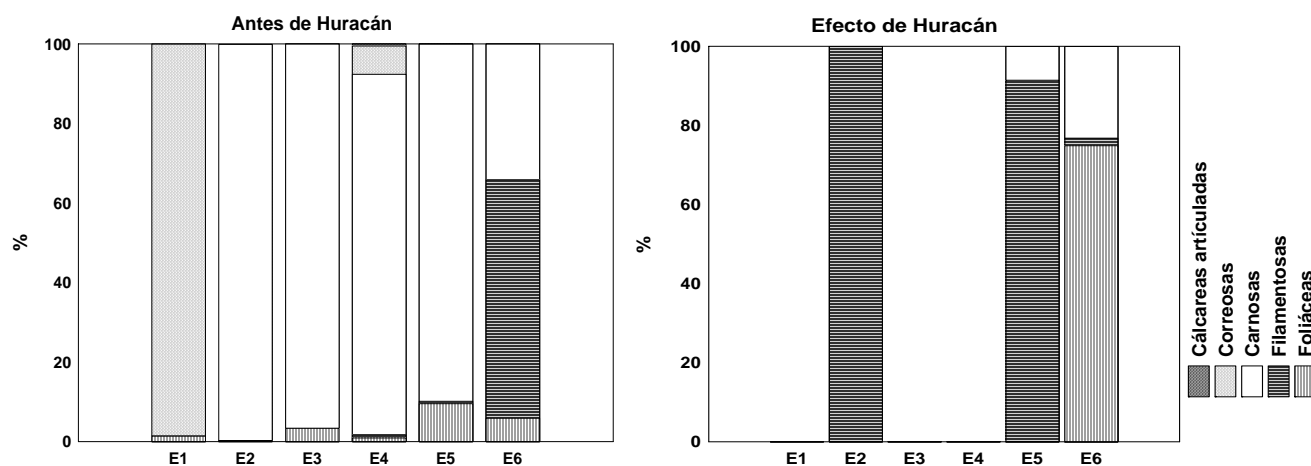


Fig. 6. Porcentaje de abundancia (biomasa) de los grupos morfofuncionales de macroalgas antes y después del huracán.

Tabla 2. Datos más significativos registrados en las Estaciones Meteorológicas de la Provincia de Cienfuegos al paso de Dennis. Fuente: Red de Estaciones Meteorológicas de la Provincia de Cienfuegos, Centro Meteorológico Provincial.

ESTACIONES	Viento Máximo Sostenido			Racha Máxima			Presión	
	Dir.	Vel. (km/h)	Hora	Dir.	Vel. (km/h)	Hora	Presión (hPa)	Hora
Cienfuegos	NE	150	1:50 pm	NE	158	1:55 pm	982.1	1:00 pm
Aguada de Pasajeros	ESE	178	4:08 pm	ESE	192	4:10 pm	977.9	4:00 pm
Abreus (Est automática)	ENE	175.4	2:30 pm	ENE	189.9	2:00 pm	984.4	2:50 pm
	ESE	175.4	2:50 pm					

### Composición y abundancia del macrofitobentos:

Después del paso de *Dennis*, las macroalgas registraron un valor medio de biomasa de 61.5 g/m<sup>2</sup>, mientras que *H. wrightii* registró 171.3 g/m<sup>2</sup>. En todas las estaciones de colecta dominó *H. wrightii*, excepto en la estación 6 donde inicialmente no se registró esta especie. En la estación 1 desapareció todo el macrofitobentos, mientras que en las estaciones 3 y 4 solo desaparecieron las macroalgas. El mayor valor medio de biomasa, tanto para *H. wrightii* como para las macroalgas, se registró en la estación 5. En esta estación el valor medio de biomasa fue superior al registrado antes del huracán (Fig. 4).

El análisis estadístico indicó que existen diferencias significativas para los valores medios de biomasa total antes y después del huracán ( $F=75.87$ ,  $p=0.00$ ), sin embargo no se encontraron diferencias entre estaciones ni en la interacción estación-mes. Se observó significativa correlación ( $R=0.58$ ) entre los valores de salinidad y los valores de biomasa total del macrofitobentos (Fig. 7).

La estructura de la comunidad de macroalgas estuvo compuesta por 9 especies conspicuas, de éstas, 5 fueron rodofíceas, 1 feofíceas y 3 clorofíceas. Las macroalgas dominantes por su biomasa fueron: *Chaetomorpha linum* (O. F. Müll) Kütz. (estación 5), *Ulva flexuosa* subsp. *flexuosa* Wulfen (estación 6), *Gracilaria caudata* J. Agardh (estación 5) y *G. pauciramosa* N. Rodri. Ríos (estación 6) (Tabla 1, Fig. 5).

El grupo morfofuncional de las Filamentosas (*Chaetomorpha* y *Ulva*) fue el dominante en toda la bahía, seguido por las Carnosas (*Gracilaria* y *Palisada*) (Fig. 6).

### DISCUSIÓN

El comportamiento de la precipitación en el año 2005 en la provincia de Cienfuegos estuvo caracterizado por grandes contrastes con la presencia de eventos de sequía extrema y eventos de lluvias intensas. El territorio provincial presentó un primer semestre muy seco dando continuidad a un intenso proceso de sequía (el más intenso desde que se tienen registros) que tuvo sus comienzos en mayo del 2003 y presentó su periodo más intenso entre mayo del 2004 y abril del 2005. Sin embargo, a partir del mes de Julio la situación hidrológica de la provincia cambió a causa de las intensas lluvias asociadas al huracán. Durante la noche del paso

de Dennis (8 de julio) y la madrugada posterior, se registraron acumulados realmente significativos, fundamentalmente en la zona montañosa de la provincia. En dicha región se registró un valor de 1000.9 mm en 24 horas, específicamente en la localidad de Cuatro Vientos. Este valor rompió el récord de lluvia acumulada en 24 horas que era de 867 mm ocurrida en la ciudad de Cienfuegos el 1ro de Junio de 1988 (Barcia y Orbe, 2006).

Producto a las intensas lluvias asociadas al huracán los valores de salinidad de la bahía disminuyeron drásticamente de valores oceánicos a valores muy bajos, cercanos a 5 ppt, nunca antes registrados en este acuatorio. En general, después del paso del huracán, el macrofitobentos de la bahía sufrió una destrucción masiva de su biomasa y una disminución drástica de su riqueza de especies. Similares resultados se han observado en otras áreas del Caribe debido a potentes huracanes, estando la mayoría de estos asociados con grandes descargas de agua dulce que provocan una significativa disminución de la salinidad en los ecosistemas costeros, principalmente en bahías y estuarios (Mataraza, *et al.*, 1978; Matta, 1981; Thompson y Phillips, 1987; Paerl, *et al.*, 2006).

En especial, la estructura de la comunidad de macroalgas antes del huracán Dennis estaba dominada por una abundante flora de formas carnosas y correosas de los géneros *Acanthophora*, *Hypnea*, *Gracilaria*, *Palisada* y *Padina*, típico del final del periodo seco, etapa que se caracteriza por la presencia de moderados crecimientos masivos de macroalgas en determinadas áreas de la bahía (Moreira, *et al.*, 2006). Durante este estudio, se observó un crecimiento masivo del alga parda *Padina sanctae-crucis* Børgesen en la estación 1, esto podría estar asociado al menor impacto directo de la contaminación urbano-industrial sobre esta área, debido a que las algas pardas son más sensibles a la contaminación (Oliveira y Berchez, 1978). Lo anterior contrasta con el predominio de algas rojas carnosas y verdes oportunistas en las estaciones próximas a la ciudad de Cienfuegos, principalmente en la estación 5 que está más influida por los residuales doméstico-industriales. Posterior al huracán, la flora de macroalgas se transformó en una empobrecida estructura, donde predominaron macroalgas verdes filamentosas de los géneros *Chaetomorpha* y *Ulva*, característicos de ambientes inestables y pioneros en colonizar los diferentes sustratos en la sucesión de macroalgas marinas (Littler y Littler 1980, 1984).



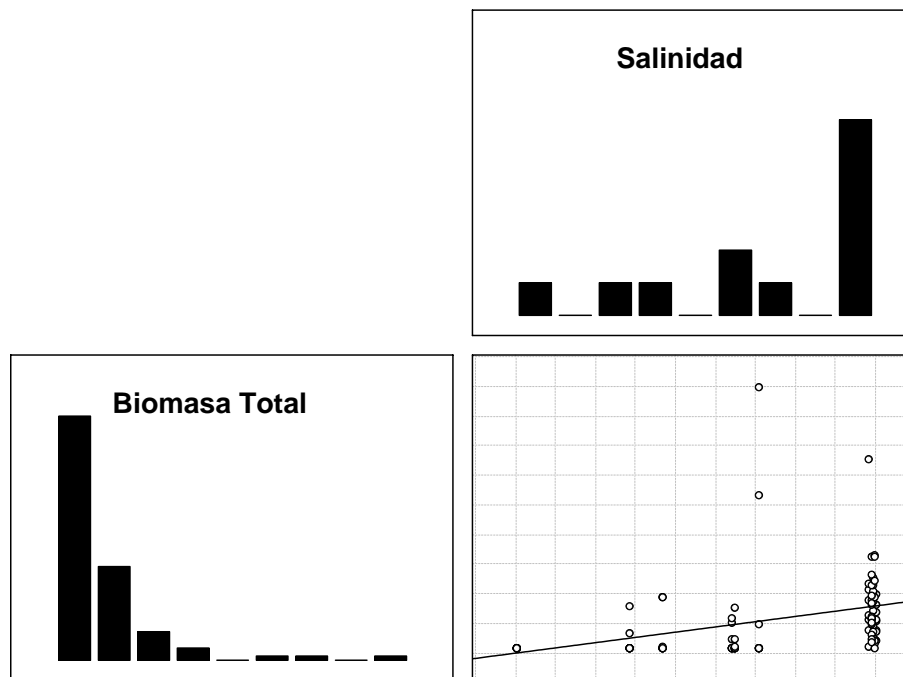


Fig. 7. Correlación entre los valores de salinidad y biomasa total del macrofitobentos.

A pesar del efecto destructor del huracán sobre el macrofitobentos, el impacto sobre la biomasa foliar de la fanerógama *H. wrightii* fue menor en comparación con los daños producidos sobre las macroalgas, hecho que podría permitir una recuperación a corto plazo de las comunidades bentónicas. *H. wrightii* es probablemente una de las fanerógamas de mayor abundancia en extensas zonas costeras someras, fundamentalmente estuarinas, del Atlántico occidental, desde el sur de Estados Unidos hasta Río de Janeiro, Brasil (Creed, *et al.*, 1997).

Este trabajo es el primero que aborda la distribución espacio-temporal de la biomasa de *H. wrightii* en la bahía de Cienfuegos. Los valores de biomasa foliar de esta fanerógama antes del paso de Dennis fueron altos y similares a los registrados para zonas muy productivas del Atlántico occidental como la Florida (Zieman, 1987) y México (Herrera-Silveira, 1994), y superiores para los registrados en el sur de Brasil (Oliveira *et al.*, 1997). En la bahía de Cienfuegos se han hallado 4 especies de fanerógamas: *H. wrightii*, *Syringodium filiforme* Kützinger, *Thalassia testudinum* Banks ex König, y *Halophila decipiens* Ostenfeld, está última encontrada por primera vez en este ecosistema en un área próxima a la desembocadura del río Damuji.

Varios estudios acerca del impacto de huracanes y tormentas tropicales sobre los ecosistemas costeros indican el incremento de la sedimentación en estas áreas (Matta, 1981). La deposición de sedimentos afecta el establecimiento de muchas especies de macroalgas por la consecuente disminución de sustratos duros. Sin embargo, la sedimentación parece favorecer al establecimiento de aquellas especies que se propagan por rizomas como la fanerógama *H. wrightii*. Estudios recientes (Alonso-Hernández, 2006) indican que los procesos de sedimentación en la bahía se han incrementado principalmente en su lóbulo norte. Esto pudiera explicar el carácter dominante de *H. wrightii* en todo el macrofitobentos de la bahía. Algunas especies de macroalgas alcanzan altos valores de biomasa, pero en la mayoría de los casos son crecimientos masivos marcadamente estacionales (Moreira, *et al.*, 2006).

En áreas de la bahía afectadas por residuales doméstico-industriales y en parte por la sedimentación, como la zona próxima al Arroyo Las Calabazas (estación 5), se ha observado, inclusive antes del huracán, un sobrecrecimiento de *H. wrightii*, que ha desplazado a la flora de macroalgas dominada por rodofíceas agarófitas que existían en años precedentes (Moreira, *et al.*, 2003). Esta zona, al parecer, constituye un área de

resguardo debido a que después del paso de Dennis, *H. wrightii* incrementó su biomasa. Esta es una especie pionera en la sucesión de pastos marinos y dominante en ambientes inestables. Según observaciones de buzos y pescadores profesionales, en áreas cercanas a la desembo-cadura de la bahía donde antes aparecían extensos placeres de la fanerógama de hojas más anchas (*T. testudinum*), ahora se encuentran totalmente dominadas por *H. wrightii*.

## CONCLUSIONES

El huracán *Dennis* rompió todos los récords históricos de precipitaciones para la provincia de provincia de Cienfuegos, caracterizada por presentar eventos de sequía extrema y lluvias intensas en años anteriores.

Posterior al paso del huracán los valores de salinidad de la bahía variaron abruptamente de valores oceánicos a valores muy bajos, próximos a 5 ppt.

El macrofitobentos sufrió una disminución drástica de su biomasa después del paso del huracán. Las macroalgas fueron más afectadas en su riqueza de especies y biomasa en comparación con el pasto marino *Halodule. Wrightii*.

La estructura de la comunidad de macroalgas posterior al huracán se transformó de formas carnosas y correosas a formas filamentosas indicadores de disturbios ambientales y pioneras en la sucesión.

El estudio evidenció que el pasto marino *Halodule wrightii* fue la especie dominante en biomasa entre las especies del macrofitobentos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Red Latinoamericana de Botánica (RLB) por el apoyo financiero otorgado al primer autor, a través de una beca de perfeccionamiento (RLB-06-P01), a Augusto Comas por sus sugerencias y revisión exhaustiva del manuscrito. Los resultados de este trabajo son parte de un proyecto de investigación perteneciente al Programa Territorial del CITMA de Cuba y del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de Brasil (CNPq). M.T.F. agradece a CNPq por el otorgamiento de una beca de producción científica (Proc. 308426/2006-1).

## REFERENCIAS

- Aguilar C., G. González-Sansón, E. Guevara, y A. Bosch (1992): Estructura de las comunidades de peces en la Bahía de Cienfuegos y la Laguna Guanaroca, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 13(3): 222 – 232.
- Alcolado, P.M. (1999): *Monitoreo biológico marino. Contribución a la educación ambiental*. Cátedra de Medio Ambiente. V Taller. ISCTN, Editorial Academia, La Habana. vol. 0, pp:199- 222.
- Alfonso, G., V. Regueira, O. Santana y S. Barcia (2005): *Dennis; el gran huracán de julio 2005 en Cienfuegos. Lecciones. Memorias del III Congreso Cubano de Meteorología*, La Habana 5-9 Diciembre 2005. 31 pp.
- Alonso-Hernández, C.M., M. Diaz-Asencio, A. Muñoz-Caravaca, R. Delfanti, C. Papucci, O. Ferretti and C. Crovato (2006): Recent changes in sedimentation regime in Cienfuegos Bay, Cuba, as inferred from 210Pb and 137Cs vertical profiles. *Continental Shelf Research* 26: 153–167.
- Barcia, S. y G. Orbe (2006): *Resumen Climático Anual 2005*. Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, 16 pp.
- Castellanos, M.E., A. León y A. Moreira (2003): Caracterización química de la agarófito *Gracilaria blodgettii* Harvey en la bahía de Cienfuegos, Cuba *Rev. Invest. Mar.* 24(3):185-192.
- Creed, J.C. (1997): Morphological variation in the seagrass *Halodule wrightii* near its southern distributional limit. *Aquat. Bot.* 59, 163–172.
- Goldenberg, S.B., C.W. Landsea, A.M. Mestas-Núñez and W.M. Gray (2001): The recent increase in Atlantic hurricane activity: Causes and implications. *Science* 293:474–478.
- Hagy, J.D., J.C. Lehrter and M.C. Murrell (2006): Effects of Hurricane Ivan on Water Quality in Pensacola Bay, Florida, *Estuaries and Coasts* 29(6A): 919–925.
- Herrera, M.A. y G.J. Sánchez (1982): Características de la meiofauna bentónica en la Bahía de Cienfuegos y algunos aspectos de su ecología. *Ciencias Biológicas* (7), 32 pp.
- Herrera-Silveira, J.A. (1994): Phytoplankton productivity and submerged macrophyte biomass



variation in a tropical coastal lagoon with groundwater discharge. *Vie Milieu* 44, 257-266.

Lalana, R. y M. Ortiz (1990): Lista de aves de la laguna Guanaroca, Provincia de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 11(2):169-173.

León, A., M. Araujo, M.E. Castellanos, C. Serra, I. Figueroa, A. Muñoz y M. Caraballo (2000): *Informe Final del Proyecto: Manejo Integrado de la Bahía de Cienfuegos*. Programa Territorial Científico - Técnico de Medio Ambiente de la provincia de Cienfuegos, 95 pp.

León, A.R., M.E. Castellanos y A.R. Moreira (2002): Algunas consideraciones para la explotación sostenida de la agarófita *Gracilaria blodgettii* de la bahía de Cienfuegos. *Rev. Invest. Mar.* 23(3): 159 - 166.

Littler, D.S. and M.M. Littler (1984): Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 74: 13-34.

Littler, D.S and M.M. Littler. (2000): *Caribbean Reef Plants: An identification Guide to the Reef Plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. OffShore Graphics, Inc., 542 pp.

Littler, M.M. and D.S. Littler (1980): The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. *The American Naturalist* 116 (1): 25-44.

Matta, J.L. (1981): The effects of hurricane David on the benthic macroalgae of a coral reef in La Parguera, Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, *Tesis de Maestría*, 129 pp.

Mataraza, L. K., J.B. Terrell, A.B. Munson and D.E. Canfield (1978): Changes in submersed macrophytes in relation to tidal storm surges. *J. Aquat. Plant Manage.* 37: 3-12.

Moreira, A., M. Gómez, A. León, P. Pozo, R. Cabrera y A. Suárez (2003): Variación de la composición y abundancia de macroalgas en el Área Protegida Laguna Guanaroca, Provincia Cienfuegos, Cuba *Rev. Invest. Mar.* 24(3) 177-184.  
Moreira, A., M. Seisdedo, S. Leal, A. Comas, G. Delgado, R. Regadera, C. Alonso, A. Muñoz y M. Abatte (2007): Composición y abundancia del fitoplancton de la bahía de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 28(2):97-109.

Oliveira, E.C. & F.A.S. Berchez (1978). Algas marinhas bentônicas da baía de Santos—alterações da flora no período de 1957-1978. *Bol. Bot. Univ. S. Paulo* 6:49-59.

Oliveira, E.C., T.N. Corbisier, V.R. de Eston Jr. and O. Ambrosio (1997): Phenology of a seagrass (*Halodule wrightii*) bed on the southeast coast of Brazil. *Aquat. Bot.* 56, 25-33.

Paerl, H.W., L.M. Valdes, A.R. Joyner, B.L. Peierls, M.F. Peierls, S.R. Riggs, R.R. Christian, L.A. Eby, L.B. Crowder, J.S. Ramus, E.J. Clescer, C.P. Buzzelli and Luetlich (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(6A): 1033-1045.

Seisdedo, M. y A. Muñoz (2004): Influencia de la estacionalidad en el comportamiento fisicoquímico de las aguas de la Bahía de Cienfuegos. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, Número especial, III Taller Internacional CONyMA 2004.

Taylor, W.R. (1960): *Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical coasts of the Americas*. The University of Michigan Press, Ann Arbor, 870 pp.

Thompson, M.J. and N.W. Phillips (1987): *Assessment of hurricane damage in the Florida big bend seagrass beds* . Reporte final de investigación, Continental Shelf Associates, Inc., New Orleans, Contrato No. 14-12-0001-30188 .

Villasol, A., N. Jaime, R. Mederos, H. Quintana, J. Martínez, I. Fernández y A.I. Tur. (1990): *Estudios de la Contaminación en la Bahía de Cienfuegos*. Informe final del proyecto. Ministerio del Transporte, Instituto de Investigaciones del Transporte, 66 pp.

Webster, P.J., G.J. Holland, J.A. Curry and H.R. Chang (2005): Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. *Science* 309:1844-1846.

Zieman, J.C. (1987): A review of certain aspects of the life, death, and distribution of the seagrasses of the southeastern United States. *Fla. Mar. Res. Publ.* 42, 54-76.

Aceptado: 21 de septiembre del 2009

Tabla 1. Valores medios de biomasa húmeda (g/m<sup>2</sup>) de las macrofitas registradas antes y después de Dennis en las diferentes estaciones de colec

	ANTES DE HURACÁN (MAYO/05)						EFECTO DE HURACÁN (AGOSTO/05)					
	Est. 1	Est.2	Est.3	Est.4	Est.5	Est.6	Est.1	Est.2	Est.3	Est.4	Est.5	Est.6
PHYLUM MAGNOLIOPHYTA												
<i>Halodule wrightii</i>	294,3	162,4	383,9	372,0	502,0			113,4	130,0	203,0	581,5	
PHYLUM RHODOPHYTA												
<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Mont.				0,1								
<i>Ceramium brevizonatum</i> var. <i>caraibicum</i> H. E. Petersen & Børgesen						5,0						
<i>C. cimbricum</i> f. <i>flaccidum</i> (H. E. Petersen) Furnari & Seiro		0,2										
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harv.				2,8								
<i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Børgesen		79,1		175,0		2,0					2,4	
<i>Palisada perforata</i> (Bory) K.W. Nam				135,8		121,3					7,9	
<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C. Agardh						7,9						
<i>Gelidium</i> sp.				5,0		5,0						
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen in Jacquin) J. V. Lamour.						16,3						
<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kütz.		194,3	242,6	5,0	5,5	9,5						
<i>Solieria filiformis</i> (Kütz.) P. W. Gabrielson				2,1								
<i>Gracilaria caudata</i> J.Agardh		14,5	73,5		107,6						22,5	
<i>G. cervicornis</i> (Turner) J.Agardh		0,5										6,3
<i>G. flabelliformis</i> subsp. <i>flabelliformis</i> (P. Crouan & H. Crouan) Fredericq & Gurgel			5,0			5,5						
<i>G. pauciramosa</i> N. Rodri. Rios				1,0		1,0						8,3
<i>Grateloupia filicina</i> (J. V. Lamour.) C. Agardh			0,3									
PHYLUM OCHROPHYTA												
<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) Hamel		0,5						0,5				
<i>Rosenvingea intricada</i> (J. Agardh) Børgesen		0,2			0,8							
<i>Dictyota cervicornis</i> f. <i>cervicornis</i> Kütz.				3,0		0,6						
<i>D. menstrualis</i> (Hoyt) Schnetter, Hörning & Weber-Peukert						0,5						
<i>Padina sanctae-crucis</i> Børgesen	554,0			25,1								

Tabla 1. Valores medios de biomasa húmeda (g/m<sup>2</sup>) de las macrofitas registradas antes y después de Dennis en las diferentes estaciones de colecta (CONTINUACION)

	ANTES DE HURACÁN (MAYO/05)						EFECTO DE HURACÁN (AGOSTO/05)					
	Est. 1	Est.2	Est.3	Est.4	Est.5	Est.6	Est.1	Est.2	Est.3	Est.4	Est.5	Est.6
PHYLUM CHLOROPHYTA												
<i>Ulva flexuosa</i> subsp. <i>flexuosa</i> Wulfen						0,3						79,8
<i>U. lactuca</i> L.	7,8		11,2	0,3								
<i>U. fascista</i> Delile					12,0	26,8						
<i>Chaetomorpha linum</i> (O F. Müll) Kütz.					25,0						240,0	
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C. Hoek						43,3						2,0
<i>Cladophora</i> sp.						243,5						
<i>Acetabularia crenulata</i> Lamour.		0,4	5,0	1,9	5,0							