

## Variación espacio-temporal de grupos morfo-funcionales de macroalgas en pastos marinos al norte de Ciego de Ávila, Cuba

Dailé Avila Alonso<sup>1</sup> , Mayrene Guimaraes Bermejo<sup>2</sup>, Rolando Cárdenas Ortiz<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Empresa Pesquera Industrial de Ciego de Ávila. Castillo s/n entre Tuero y Dimas Daniel, Morón, Ciego de Ávila, Cuba.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cayo Coco, CP 69400, Provincia Ciego de Ávila, Cuba.

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias Planetarias de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Carretera Camajuani km 5.5 Santa Clara, Cuba.

### RESUMEN

Se determinó la variación espacio-temporal de la biomasa de los grupos morfo-funcionales de macroalgas y su relación con las variables ambientales: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y precipitaciones en dos localidades (laguna y playa) de pastizales al Norte de Ciego de Ávila desde marzo de 2010 a febrero de 2011. Las colectas se realizaron utilizando marco cuadrado de 25 cm de lado y se tomaron 15 unidades de muestreo en cada sitio. Se determinaron cinco grupos morfo-funcionales: foliosas y globosas, coriáceas, filamentosas, corticadas y calcáreas articuladas, presentando variaciones espacio-temporales los dos últimos. La laguna tuvo menor diversidad algal (13 géneros) y mayor biomasa total determinado por el aporte de las calcáreas articuladas, mientras que la playa fue más diversa (26 géneros) y menos productiva. Los picos máximos se presentaron en verano debido al enriquecimiento producto del arrastre por las lluvias y los mínimos en primavera. Las variaciones espaciales pudieron estar dadas por las diferencias del régimen hidrodinámico, los nutrientes y el sustrato. La variación temporal de la biomasa de las corticadas y filamentosas mostró correlación con valores elevados de salinidad y oxígeno disuelto y las calcáreas articuladas y coriáceas lo fueron para valores elevados de temperatura y precipitaciones.

*Palabras clave:* Biomasa, grupos morfo-funcionales, macroalgas, pastos marinos, variables ambientales.

### ABSTRACT

The biomass spatio-temporal variations of different macroalgae morpho-functional groups were determined as well as their relation with environmental variables such as: salinity, temperature, dissolved oxygen and precipitations in two localities (lagoon and beach) of the seagrass in the northern coast of Ciego de Avila, from March 2010 to February 2011. The samples were collected using a 25-cm-square and 15 sampling units were placed per site. Up to five morpho-functional groups were identified: sheet, thick-leathery, filamentous, coarsely-branched and jointed-calcareous. The last two groups showed spatio-temporal variations. The lagoon showed comparatively low diversity (13 macroalgae genera), but high biomass values owing to the calcareous articulate contributions. On the contrary, the sandy beach exhibited higher diversity (26 genera) but lower productivity. The highest biomass values were recorded in summer because of an increased nutrient level from precipitations and lowest figures during spring. The spatial variations were best explained by the differences in hydrodynamic regimes, nutrients and substratum between sampling sites. The temporal biomass variations of coarsely-branched and filamentous were correlated with high salinity and dissolved oxygen; meanwhile jointed-calcareous and thick-leathery group's biomasses were correlated with high temperatures and precipitations.

*Key words:* Biomass, morpho-functional group, macroalgae, seagrass, environmental factors.

### INTRODUCCIÓN

Los pastos marinos están considerados entre los ecosistemas de mayor valor en la biosfera debido a las funciones que realizan y los servicios que brindan (Hemminga y Duarte, 2000). Se caracterizan por el predominio de las angiospermas marinas (den Hartog y Phillips, 2001) y entre los organismos asociados se encuentran las macroalgas, junto a las cuales inte-

gran el macrofitobentos (plantas bentónicas mayores de 1 cm) (Littler y Littler, 2000).

En Cuba, los pastos marinos ocupan más del 50 % de la plataforma (Vales *et al.*, 1998). En la actualidad se encuentran sometidos a una serie de amenazas y factores de estrés que han provocado su extensiva eliminación o deterioro en varias áreas del territorio

nacional, como son: la Bahía de Buena Vista, Los Perros, Jigüey, Gloria y la Ensenada de La Broa (Alcolado *et al.*, 1999; Alcolado, 2006).

Las macroalgas han sido agrupadas en grupos morfo-funcionales (GMF) de acuerdo con sus adaptaciones morfológicas, fisiológicas y ecológicas, las que se relacionan con el nivel de disturbio encontrado en el ambiente. Debido a esta característica pueden ser utilizadas como bioindicadores de la calidad ambiental de los ecosistemas (Littler y Littler, 1983; Littler y Littler, 1984; Steneck y Dethier, 1994).

La clasificación morfo-funcional de las macroalgas ha sido poco utilizada en estudios ecológicos de los pastos marinos (Martínez-Daranas, 2007). Se cuenta con el aporte de algunos autores: Moreira *et al.* (2006), Martínez-Daranas (2007) y Alfonso y Martínez-Daranas (2009), sin embargo no abundan estudios ecológicos donde se analice la dinámica de los mismos y su relación con el ambiente. En la cayería Norte de Ciego de Ávila no existen antecedentes de dichos estudios. Este trabajo tiene como objetivo determinar las variaciones espacio-temporales de la biomasa de los GMF y su correlación con variables ambientales en dos localidades de pastos marinos con características ambientales diferentes al Norte de Ciego de Ávila.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Las localidades de estudio están situadas al Norte de Cayo Coco, en la provincia de Ciego de Ávila: laguna interior del puente a Guillermo y playa Flamenco (Figura 1). Se diferencian en cuanto a régimen hidrodinámico, contenido de nutrientes y sustrato, características por las cuales fueron seleccionadas para la investigación.

La laguna muestra corrientes dependientes de las mareas, llegando a tener velocidades considerables, fundamentalmente durante los picos de marea. Presenta mayor concentración de nutrientes debido al aporte de detrito que proporciona el manglar que la rodea y por el mayor tiempo de retención de sus aguas. Predominan los fondos areno-fangosos con abundancia de esqueletos calcáreos de corales, conchas y rocas que ofrecen anclaje a las macroalgas.

Por su parte, la playa exhibe un régimen hidrodinámico moderado, típico de las condiciones de plataforma. Sus aguas son oligotróficas, como resultado de la relativa inestabilidad producida por el oleaje que limitan la deposición de materia orgánica particulada (Alcolado, 2006). Presenta fondo arenoso con piedras.

### Colecta de datos y procesamiento de laboratorio

Se realizaron muestreos mensuales desde marzo de 2010 hasta febrero de 2011. La profundidad a la

que se realizaron fue de aproximadamente 1,20 m en la playa, mientras que en la laguna osciló entre 1 y 1,50 m en dependencia de la marea en el momento en que se realizó el monitoreo. Para la determinación de la biomasa se utilizó un cuadrado de 25 cm de lado, el cual se lanzó al azar para obtener 15 réplicas o unidades de muestreo (UM) (Zayas *et al.*, 2006).

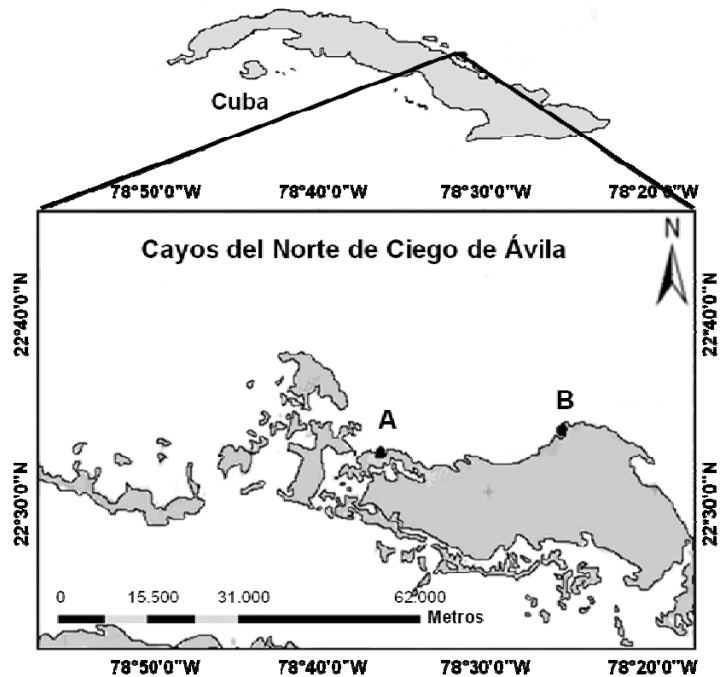


Figura 1. Ubicación de las localidades de estudio (A= laguna interior del puente a Guillermo, B= playa Flamenco).

Se colectaron todos los individuos del macrofitobentos dentro de las UM utilizando una espátula, se guardaron cuidadosamente en bolsas de nylon debidamente etiquetadas y fueron congeladas hasta su procesamiento.

En el laboratorio las muestras de macrofitobentos fueron enjuagadas con agua corriente para eliminar el sedimento, separadas y determinadas utilizando microscopio y estereoscopio. Las macroalgas se identificaron hasta el taxón de género y las angiospermas marinas hasta el de especie, siguiendo los criterios de Taylor (1960) y Littler y Littler (2000). Para la clasificación de los GMF se siguieron los criterios de Littler y Littler (1984) y Steneck y Dethier (1994), con adiciones del catálogo de algas cubanas (Suárez *et al.*, *in litt.*). Posteriormente, las muestras se colocaron en estufa a 90 °C para deshidratar y se pesaron cada 24 horas hasta llegar a peso constante, utilizando una balanza con precisión de 0,01 g.

Conjuntamente con el muestreo biológico, se midió oxígeno disuelto conforme al método de Winkler (APHA, 1992), temperatura y salinidad se determi-

narón *in situ* utilizando un termómetro y un refractómetro manual con una precisión de 0,01 °C y 0,1 unidades prácticas de salinidad (ups) respectivamente. Se tomaron los valores mensuales de acumulado de precipitaciones de la base de datos de la estación meteorológica del Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, según las normas de la Organización Meteorológica Mundial.

### Análisis estadístico

Para encontrar diferencias en la biomasa de los GMF entre las localidades y los meses muestreados se realizó un análisis de varianza trifactorial (ANOVA,  $p=0,05$ ), donde se consideró como factor 1, las localidades de estudio (2 niveles), factor 2, los meses de muestreo (11 niveles) y factor 3, los GMF encontrados (5 niveles); con dicha estructura se construyó una base de datos con 1651 casos. Previo al análisis se calcularon los principales estadígrafos para conocer la distribución de los datos. La normalidad y homogeneidad de varianza se comprobaron con los test de Kolmogorov-Smirnov y Liliefors y el de Levene, respectivamente. Para la comparación de las medias se realizó una prueba *a posteriori* utilizando el método de Student-Newman-Keuls (SNK), para encontrar entre qué niveles de los factores se encontraban estas diferencias (Zar, 1999). Todos los cálculos de la estadística paramétrica se ejecutaron con el software STATISTICA 7.0 (StatSoft, Inc., 2004).

Para conocer las variables ambientales con influencia en la biomasa de los GMF se realizó un análisis de correspondencia canónico (Ter Braak, 1986), a través de una matriz de datos de 22 casos, utilizando el paquete estadístico PCORD 4.0 (McCune y Mefford, 1999).

### RESULTADOS

Se encontraron 26 géneros de macroalgas (13 Chlorophyta, 9 Rhodophyta y 4 Phaeophyceae) y un angiosperma marina: *Thalassia testudinum* Banks ex Köning, la cual estuvo presente en las dos localidades, presentando mayor cobertura en la laguna. En esta localidad se identificaron 13 géneros de macroalgas y en la playa 25. Los GMF estuvieron representados por cinco tipos: macrófitas corticadas, coriáceas, calcáreas articuladas, foliosas y globosas y filamentosas (Tabla 1).

El género *Halimeda* estuvo presente durante todo el año de estudio en las dos áreas y *Laurencia* presente todo el año en la playa y en la laguna de marzo a septiembre. Se observó dominancia de este último, aportando el 98,4 % y 85,4 % de la biomasa total de las corticadas en la playa y en la laguna respectivamente. En las áreas ocupadas por los individuos de este género, no se observó predominio

de *T. testudinum* y en ocasiones hubo ausencia total de la misma en las dos localidades.

Tabla 1. Grupos morfo-funcionales y géneros de macroalgas identificados en las localidades de estudio.

Macrófitas corticadas	Laguna	Playa
<i>Avrainvillea</i>	x	x
<i>Dasya</i>		x
<i>Digenea</i>		x
<i>Gelidiella</i>		x
<i>Hypnea</i>	x	x
<i>Laurencia</i>	x	x
Macrófitas coriáceas		
<i>Caulerpa</i>	x	x
<i>Penicillus</i>	x	x
<i>Rhipocephalus</i>	x	x
<i>Sargassum</i>		x
<i>Udotea</i>	x	x
<i>Lobophora</i>		x
Calcáreas articuladas		
<i>Acetabularia</i>		x
<i>Halimeda</i>	x	x
<i>Jania</i>	x	x
Filamentosas		
<i>Batophora</i>	x	x
<i>Champia</i>		x
<i>Chondria</i>	x	x
<i>Cladophora</i>		x
<i>Gelidium</i>		x
<i>Sphacelaria</i>		x
<i>Siphonocladus</i>		x
Foliosas y globosas		
<i>Dictyota</i>	x	x
<i>Dictyosphaeria</i>		x
<i>Valonia</i>		x

El ANOVA trifactorial indicó diferencias significativas entre los niveles y factores analizados ( $F(40, 1537) = 2,90$ ;  $p = 0,0000$ ), lo que demuestra la variación espacio-temporal de la biomasa de los GMF (Tabla 2).

La interacción significativa Meses\*GMF indica la variación temporal de la biomasa de los mismos (Tabla 2). De forma general, los valores totales máximos se alcanzaron en septiembre y los mínimos en marzo en las dos localidades.

Los grupos calcáreas articuladas y corticadas manifestaron variación temporal en las dos áreas, presentando patrones estacionales diferentes. El primero mostró máximos en verano (julio y septiembre en la laguna y julio y agosto en la playa) y mínimo en marzo, mientras que el segundo mostró patrones

Tabla 2. Resultados del ANOVA trifactorial (localidades-meses-GMF).

Efectos	SS	Grados de Libertad	MS	F	P
Localidad	11090	1	11090	1.6938	0.193290
Meses	372779	10	37278	5.6939	<b>0.000000</b>
GMF	999765	4	249941	38.1763	<b>0.000000</b>
Localidad*GMF	283293	4	70823	10.8176	<b>0.000000</b>
Meses*GMF	980658	40	24516	3.7447	<b>0.000000</b>
Error	10062795	1537	6547		

diferentes. En la laguna el máximo fue en primavera (abril) y mínimo en invierno (enero y febrero) y en la playa máximos en invierno (noviembre y diciembre) y mínimos en primavera (marzo y abril). Las filamentosas y coriáceas no presentaron estacionalidad en la playa y en la laguna presentaron un ligero incremento en diciembre y septiembre respectivamente mientras que las foliosas y globosas no presentó variación temporal en ninguna de las localidades (Figura 2).

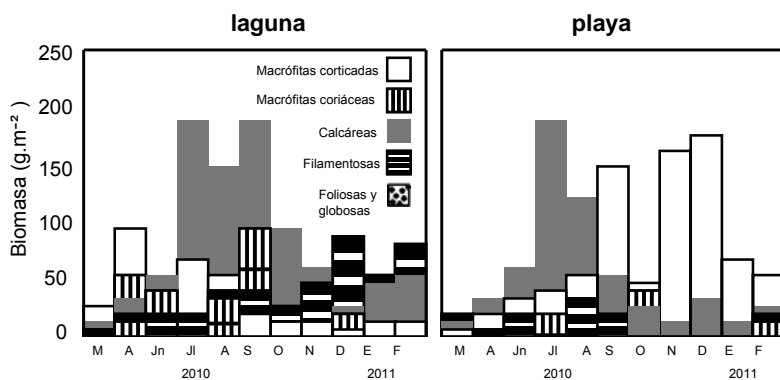


Figura 2. Valores medios de biomasa mensual de los GMF en las localidades de estudio.

La interacción significativa Localidad\*GMF indica una variación espacial de la biomasa de los GMF (Tabla 2). En la laguna se obtuvo un valor de biomasa total de 14818,24 g.m<sup>-2</sup> mientras que en la playa fue de 8881,44 g.m<sup>-2</sup>.

Los grupos con diferencias significativas entre las localidades fueron las corticadas (p=0,02) y calcáreas articuladas (p=0,01). El primero aportó el 53,3 % de la biomasa total en la playa, mientras que en la laguna fue del 9,92 %. Las calcáreas articuladas aportaron el 28,21 % en la playa y 73,1 % en la laguna (Figura 3).

**Variabes ambientales**

Las variables ambientales mostraron variaciones similares entre las localidades. La salinidad varió dentro de límites estrechos (Figura 4). El mayor valor fue de 45 ups en la playa, en noviembre.

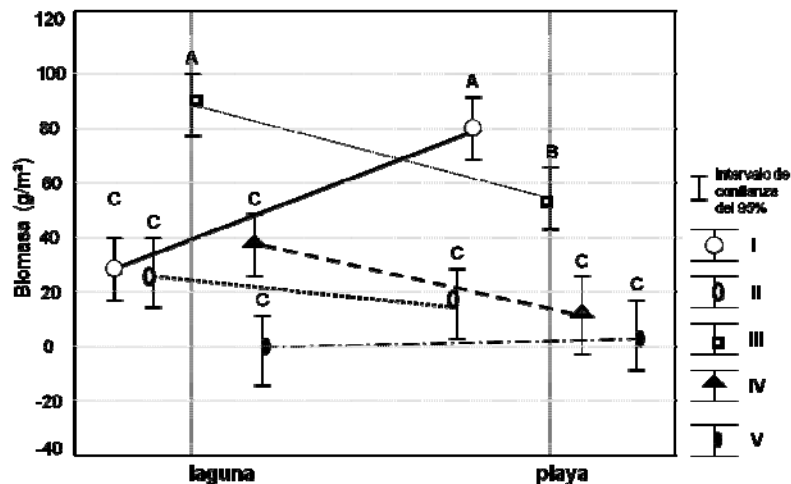


Figura 3. Variación de los valores medios de biomasa de los GMF entre las localidades (I= macrofitas corticadas, II= macrofitas coriáceas, III= calcáreas articuladas, IV= filamentosas, V= foliosas y globosas). Las letras diferentes indican diferencias significativas directas (p<0,05) entre medias según la prueba SNK.

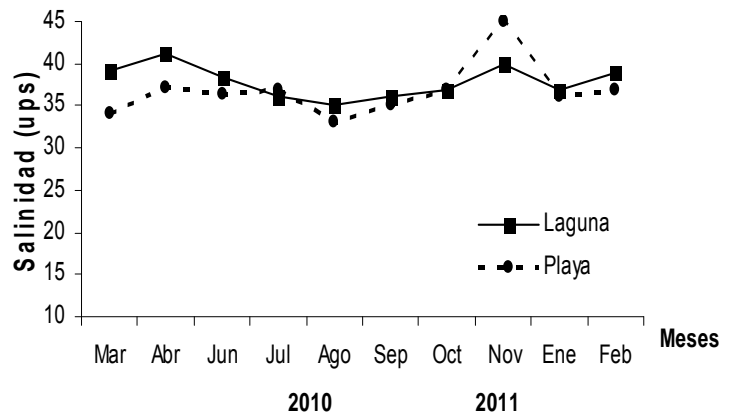


Figura 4. Valores de salinidad medidos en los muestreos mensuales.

Los valores máximos de oxígeno disuelto se presentaron en enero (9,02 mg.L<sup>-1</sup> en la laguna y 8,26 mg.L<sup>-1</sup> en la playa) y los mínimos en junio (5,55 mg.L<sup>-1</sup> en la laguna y 5,62 mg.L<sup>-1</sup> en la playa) y octubre (5,64 mg.L<sup>-1</sup> en la laguna y 5,44 mg.L<sup>-1</sup> en la playa).

La temperatura presentó una variación estacional con máximos en agosto (33,3 °C en la laguna y 32,2 °C en la playa) y mínimos en marzo (19,9 °C en la laguna y 24,4 °C en la playa) y diciembre (21,4 °C en la laguna y 23,6 °C en la playa) (Figura 6).

El mayor acumulado de precipitaciones se alcanzó en el mes de septiembre (209 mm) y el mínimo en enero (5 mm).

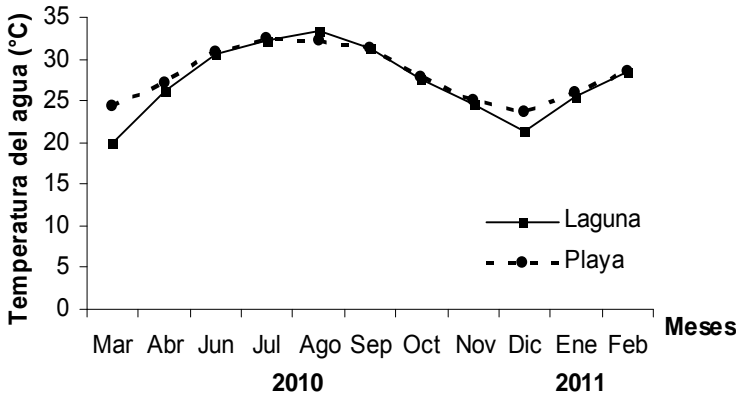


Figura 6. Valores de temperatura del agua medidos en los muestreos mensuales.

### Relación entre biomasa y variables ambientales

Se encontró correlación entre las variables ambientales y la biomasa de los GMF de macroalgas (Tabla 3), pues se observa que los coeficientes de correlación de dichas variables en los ejes analizados se encuentran por debajo del valor crítico determinado ( $r=0,41$ ). El eje 1 extrae la mayor variabilidad de las variables ambientales.

Tabla 3. Coeficiente de correlación (r) de las variables ambientales con la biomasa de los GMF (n=22, r crítica= 0,41).

Variables ambientales	Coeficientes de correlación	
	1	2
Salinidad	0,472	-0,705
Temperatura	-0,883	-0,042
Oxígeno disuelto	0,883	0,168
Precipitaciones	-0,832	-0,305

La biomasa de los GMF filamentosas y corticadas (plano derecho) mostraron correlación con los mayores valores de salinidad y oxígeno disuelto. Mientras las calcáreas articuladas (plano izquierdo) lo fueron con los valores más altos de temperatura y precipitaciones.

Los bajos valores de biomasa y la no estacionalidad del GMF foliosas y globosas no permitieron establecer una clara correlación (Figura 8).

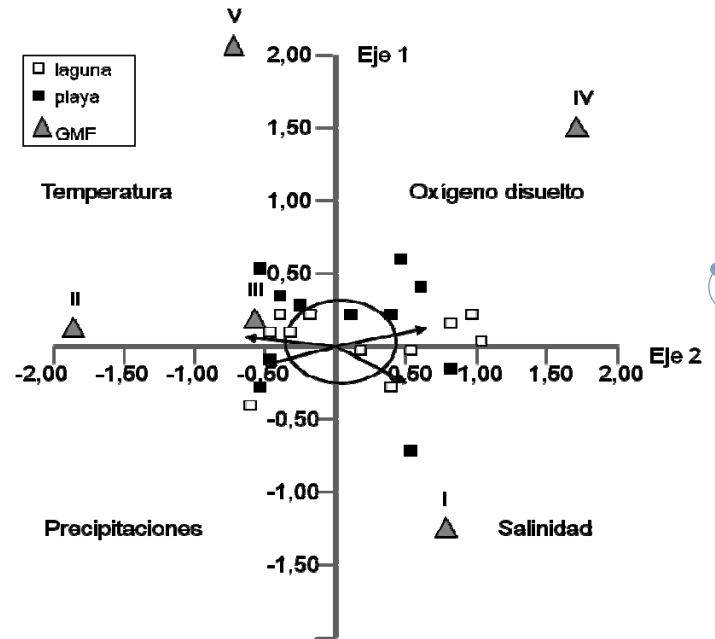


Figura 8. Análisis de correspondencia canónico de las variables ambientales con la biomasa de los GMF (I=macrófitas corticadas, II= macrófitas coriáceas, III=calcáreas articuladas, IV= filamentosas, V= foliosas y globosas).

### DISCUSIÓN

La menor diversidad de géneros de macroalgas identificados en la laguna coincide con lo reportado en la literatura. Según Suárez (1989) la menor diversidad de macroalgas se encuentra en las lagunas costeras rodeadas por manglar. Independientemente de presentarse la menor diversidad de macroalgas se encontró el mayor valor de biomasa total, determinado por el aporte de las calcáreas articuladas con su alto contenido de carbonato de calcio. La playa, aunque más diversa, presentó menor biomasa total debido a la baja productividad de este tipo de biotopo arenoso (Alcolado, 2006) y coincide con lo reportado por Cabrera *et al.* (2006).

La presencia de *Halimeda* en las dos localidades con sustratos diversos pudo estar determinada por la eficiencia de sus estructuras de fijación (Hillis-Colinvaux, 1990). En la playa este género fue más abundante, pero los especímenes eran de pequeño tamaño en comparación con los encontrados en la laguna. Esto pudiera estar dado por las diferencias existentes en el contenido de nutrientes en la columna de agua entre las localidades, pues *Halimeda* aunque no responde al aumento en biomasa como otros géneros de especies oportunistas en iguales condiciones, es capaz de adaptarse a niveles apreciables de enriquecimiento (Fong *et al.*, 2003).

La dominancia del complejo *Laurencia* en la laguna coincide con lo reportado por Biber e Irlandi (2006) para pastos marinos en localidades de canalizo al sur

de La Florida con características hidrodinámicas similares. La presencia de corrientes fuertes solamente durante los picos de marea y la permanencia de un hidrodinamismo moderado entre dichos picos, pudieron favorecer la proliferación de estas especies que no poseen gran desarrollo de sus estructuras de fijación.

Para localidades de playa arenosa, los citados autores, reportaron predominio de Bryopsidales, de los géneros *Halimeda*, *Penicillus*, *Udotea* y *Avrainvillea*, sin embargo entre las especies flotantes (según la clasificación de los autores) más abundantes se encontraba el complejo *Laurencia*. En el área de estudio, la dominancia de este género pudiera atribuirse a la presencia de rocas dispersas en el fondo que ofrecen un sustrato para el anclaje. Por otra parte pudo influir la ubicación geográfica de la playa, ya que la misma se encuentra en una ensenada protegida de los vientos del Este y Noreste, que son los que se presentan con mayor frecuencia en Cayo Coco, evitando así el fuerte embate del oleaje y por tanto el desprendimiento de estas algas de su sustrato.

El hecho de que la laguna presentara menor valor de biomasa de *Laurencia* independientemente de que existía gran cantidad de elementos que ofrecían soporte y podían favorecer la proliferación de este género pudo estar relacionado con la abundancia de *T. testudinum*. Según Thomsen (2009) la ausencia de angiospermas marinas en las áreas dominadas por *Laurencia* y viceversa, pudiera estar dado por la competencia que se establece por la luz y los nutrientes.

El incremento en los valores totales de biomasa de las macroalgas en los meses de verano, coincide con los resultados de Cabrera *et al.* (2006) en la Bahía de Nuevitás, Biber e Irlandi (2006) al Sur de la Florida y Suárez (1989) para otras áreas de Cuba y pudiera ser consecuencia de los pulsos recurrentes de nutrientes que se producen durante estos meses del período lluvioso.

Los mayores valores de biomasa de las corticadas en los meses de primavera e invierno exhibe una dinámica estacional reportada en varias bahías y estuarios del Océano Atlántico y costas del Golfo de México (Conover, 1964; Hamm y Humm, 1976; Josselyn, 1977; Benz *et al.*, 1979; Virnstein y Carbonara, 1985) donde la biomasa de estas macroalgas tiende a ser mayor en invierno y primavera que en verano. Según estos autores, esta manifestación estacional pudiera estar dada por las variaciones de intensidad de la luz y temperatura, unido al incremento de la salinidad.

Según Biber e Irlandi (2006) la tasa de crecimiento media de especies como *Laurencia poiteaui* (J.V. Lamouroux) M. Howe es mayor para 35 ups que para valores menores de salinidad. Por otra parte repor-

taron, que en verano la baja salinidad existente por la contribución de las lluvias permitió que este género presentara niveles bajos de biomasa.

Las corticadas presentaron máximos en diciembre en la playa coincidiendo con un valor elevado de oxígeno ( $7,54 \text{ mg.L}^{-1}$ ), mientras que el valor mínimo de oxígeno en la misma localidad en octubre ( $5,44 \text{ mg.L}^{-1}$ ) (Figura 5), se relaciona con un descenso de su biomasa (Figura 2). Este grupo, después de las filamentosas es el que presenta el mayor número de especies con valores elevados de productividad y capacidad fotosintética (Littler y Littler, 1984).

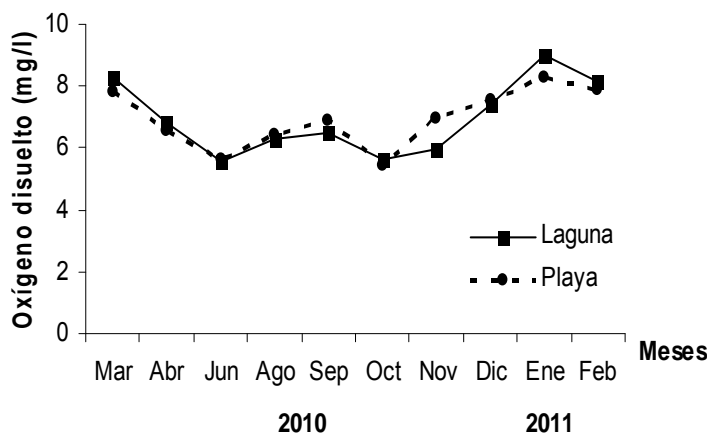


Figura 5. Valores de oxígeno disuelto medidos en los muestreos mensuales.

Los mayores valores de biomasa de las calcáreas articuladas se presentaron en los meses de verano con un promedio de  $31 \text{ }^{\circ}\text{C}$  en ambas localidades y los mínimos en marzo con un promedio de  $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (Figura 6). Un ciclo estacional similar al anterior fue presentado por el género *Halimeda* en Bermuda (Wefer, 1980) y en algunas áreas del océano Pacífico (Garrigue, 1991). Este hecho corrobora que la baja productividad de *Halimeda* en invierno puede estar relacionada con la disminución de la temperatura (Bach, 1979).

La correlación de la biomasa de este grupo con las precipitaciones pudiera indicar que se vieron favorecidos por bajas salinidades, sin embargo los valores máximos se alcanzaron a 36 ups en las dos localidades. Según Biber e Irlandi (2006), especies del género *Halimeda* alcanzan la mayor tasa de crecimiento para valores de salinidad superiores a 35 ups y temperaturas altas. Considerando que la salinidad presentó valores similares al anterior durante todo el período de estudio y que la biomasa de este grupo mostró marcada estacionalidad, cabe pensar que la salinidad no tuvo gran importancia en la misma. Sin embargo esta correlación pudiera considerar además el efecto de las precipitaciones

en el enriquecimiento producido por el arrastre de las lluvias durante los meses en que se alcanzaron los valores máximos.

La no estacionalidad de las coriáceas en la playa estuvo determinada por la baja cobertura de las especies que forman el grupo, provocando que se obtuvieran bajos valores de biomasa durante todo el periodo de estudio. La escasez de este grupo en la playa pudo estar determinada por el sustrato, aunque existían piedras, predominaba el sustrato arenoso, el cual impide la fijación de las algas debido a su movilidad (Suárez, 2006). Mientras que en la laguna la mayor cobertura de *T. testudinum* que permite estabilizar los sedimentos pudo influir en la mayor abundancia de estas especies.

El máximo valor de biomasa de las coriáceas en septiembre para una temperatura de 31 °C y un acumulado de precipitaciones de 209 mm (Figuras 6 y 7) coincide con lo reportado por Biber e Irlandi (2006) al Sur de La Florida quienes determinaron que el mayor crecimiento de *Penicillus capitatus* Lamarck ocurre en verano. Los valores mínimos de biomasa del grupo en marzo para 19 °C de temperatura y 17,6 mm de precipitaciones (Figuras 6 y 7) coincide con O'Neal y Prince (1982, 1988) quienes obtuvieron un bajo crecimiento de *Caulerpa* en invierno a consecuencia de una disminución del proceso fotosintético ante el descenso de la temperatura y las concentraciones de nutrientes.

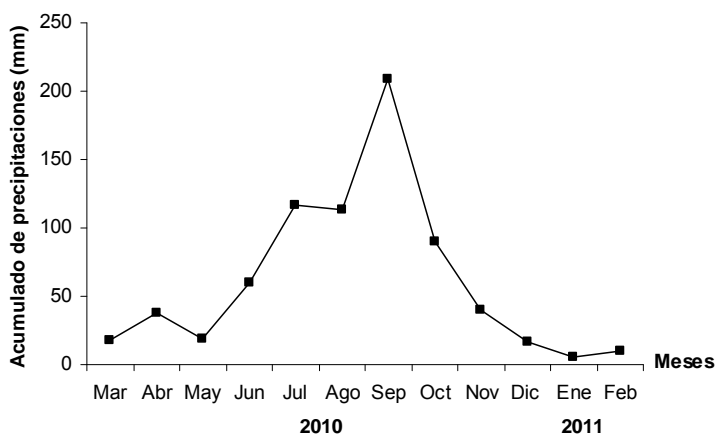


Figura 7. Acumulado de precipitaciones en Cayo Coco.

La variación estacional de las filamentosas exclusivamente en la laguna pudo haber estado determinado de igual forma por el sustrato, ya que según lo reportado por Alfonso y Martínez-Daranas (2009), las filamentosas aunque estuvieron presentes en todos los sustratos estudiados fueron más exuberantes en el fango con roca.

Las filamentosas fueron más abundantes en la laguna, donde alcanzó un máximo en noviembre para

un valor de salinidad de 40 ups. Las especies que conforman este grupo son favorecidas por la selección natural en ecosistemas inestables, con características ambientales extremas (Littler y Littler, 1980). Este grupo de macroalgas está integrado por especies oportunistas como las del género *Cladophora*, distintivo en zonas con perturbaciones ambientales, con fuertes variaciones de la salinidad (Moreira *et al.*, 2006). Ante condiciones de salinidad relativamente elevadas pueden no verse afectadas y responder con valores apreciables de biomasa.

El máximo valor de biomasa de las filamentosas en diciembre en la laguna se correlaciona con un valor elevado de oxígeno disuelto (7,41 mg.L<sup>-1</sup>). Según Littler y Littler (1980) la alta productividad de las especies de este grupo pudiera explicarse como posible estrategia que garantiza el rápido reemplazamiento del tejido vegetativo y reproductor ante su elevada palatabilidad.

## CONCLUSIONES

El hecho de que las variables ambientales analizadas mostraran valores similares entre las localidades, y que solo tuvieran variación estacional, indica que influyeron exclusivamente en la biomasa de los GMF provocando su variación temporal, siendo la temperatura y las precipitaciones las de mayor importancia. La variación espacial pudo estar dada por factores abióticos no medidos cuantitativamente pero con diferencias conspicuas entre las localidades, como el contenido de nutrientes, régimen hidrodinámico y sustrato.

## REFERENCIAS

- Alcolado, P.M. (2006) Diversidad, utilidad y estado de conservación de los biotopos marinos. En R. Claro (Ed.), *La Biodiversidad Marina de Cuba* (pp. 23-61). Cuba: Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- Alcolado, P.M., García, E.E., Espinosa, N., Eds. (1999) Protecting biodiversity and establishing sustainable development in the Sabana-Camagüey ecosystem. Global Environmental Facility (GEF) / United Nations Development Program (UNDP) Project CUB/92/G31 Sabana-Camagüey, Cuba, 145 pp.
- Alfonso, Y., Martínez Daranas, B. (2009) Variaciones espacio-temporales en la cobertura en un área costera al Norte de Ciudad de La Habana. *Rev. Invest. Mar.*, **30**(3), 187-201.
- APHA. (1992) *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, Washington, DC. USA, 1268 pp.

- Bach, S. (1979) Standing crop, growth, and production of calcareous siphonales in a south Florida lagoon. *Bull. Mar. Sci.*, **29**, 191–201.
- Benz, M., Eiseman, N.J., Gallaher, E.E. (1979) Seasonal occurrence and variation in standing crop of a drift algae community in the Indian River, Florida. *Bot. Mar.*, **22**, 413–420.
- Biber, P.D., Irlandi, E.A. (2006) A temporal and spatial dynamics of macroalgal communities along an anthropogenic salinity gradient in Biscayne Bay (Florida, USA) *Aquat. Bot.*, **85**, 65–77.
- Cabrera, R., Moreira, A., Primelles, J. (2006) Distribución de la biomasa de macroalgas en la bahía de Nuevitas, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, **27**(1), 19–29.
- Conover, J. (1964) The ecology, seasonal periodicity, and distribution of benthic plants in some Texas lagoons. *Bot. Mar.*, **7**, 4–41.
- den Hartog, C., Phillips, R.C. (2001) Common structures and properties of seagrasses beds fringing the coasts of the world. En K. Reise (ed.), *Ecological comparisons of sedimentary shores* (pp. 195–212). Ecological Studies, Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Fong, P., Boyer, K.E., Kamer, K., Boyle, K.A. (2003) Influence of initial tissue nutrient status of tropical marine algae on response to nitrogen and phosphorus additions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **262**, 111–123.
- Garrigue, C. (1991) Biomass and production of two *Halimeda* species in the southwest New Caledonian lagoon. *Oceanol. Acta*, **14** (6), 581–588.
- Hemminga, M.A., Duarte, C.M. (2000) *Seagrass Ecology*. University of Cambridge, New York, USA, 298 pp.
- Hillis-Colinvaux, L. (1990) Marine biodiversity: communities of the land-ocean interface, with emphasis on the stressed coralgal (coral) reef system. Report of a Meeting of the Marine Biological Diversity Working Group, *Woods Hole Oceanog. Inst. Tech. Rep.* **9013**, 16–17.
- Hamm, D., Humm, H.J. (1976) Benthic algae of the Anclote estuary. 2. Bottom dwelling species. *Fla. Sci.*, **39**, 209–229.
- Josselyn, M. (1977) Seasonal changes in the distribution and growth of *Laurencia poitei* in a subtropical lagoon. *Aquat. Bot.*, **3**, 217–229.
- Littler, D.S., Littler, M.S. (1984) Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system. *J. Exp. Mar. Ecol.*, **74**, 13–34.
- Littler, D.S., Littler, M.S. (2000) *Caribbean Reef Plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics, Inc., USA, 542pp.
- Littler, M.M., Littler, D.S. (1980) The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory test of a functional form model. *Am. Nat.*, **116** (1), 25–44.
- Littler, M.M., Littler, D.S. (1983) Heteromorphic life-history strategies in the brown alga *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link. *J. Phycol.*, **19**, 425–431.
- Martínez-Daranas, B.R. (2007) Características y estado de conservación de los pastos marinos en áreas de interés del archipiélago Sabana-Camagüey. Tesis de Doctorado. Universidad de La Habana.
- McCune, B., Mefford M.J. (1999) *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Versión 4.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon. USA.
- Moreira, A.R., Armenteros, M., Gómez, M., León, A.R., Cabrera, R., Castellanos, M.E., Muñoz, A., Suárez, A.M. (2006) Variation of macroalgae biomass in Cienfuegos Bay, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, **27**(1), 3–12.
- O'Neal, S., Prince, J.S. (1982) Relationship between seasonal growth, photosynthetic production and apex mortality of *Caulerpa paspaloides*. *Mar. Biol.*, **72**, 61–67.
- O'Neal, S., Prince, J.S. (1988) Seasonal effects of light, temperature, nutrient concentration and salinity on the physiology and growth of *Caulerpa paspaloides*. *Mar. Biol.*, **97**, 17–24.
- StatSoft, Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7.0 [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Steneck, R.S., Dethier, M.N. (1994) A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos* **69**, 476–498.
- Suárez, A.M. (1989) Ecología del macrofitobentos de la plataforma de Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, **10**(3), 187–206.
- Suárez, A.M. (2006) El macrofitobentos, reino vegetal. En R. Claro, (Ed.), *La Biodiversidad Marina de Cuba* (pp. 18–22), Cuba: Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- Suárez, A.M., Martínez-Daranas, B., Alfonso, Y. (*in litt.*) Catálogo de macroalgas cubanas (tercera revisión). Laboratorio de Ecología. Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana.
- Taylor, W.R. (1960) *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the America*. University of Michigan Press, Ann Arbor, USA, 267pp.
- Ter Braak, C.J.F. (1986) Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for



- multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, **67**, 1167-1179.
- Thomsen, M. (2009) Ecological impacts of estuarine drift algae: a meta-analysis. University Perth, WA, USA. *Disponible en:* <http://www.vegfunction.net/wg/66/66.98pp.pdf>. [Consultado en Marzo de 2011].
- Vales, M., Álvarez, A., Montes, L., Ávila, A. (Eds.) (1998) Estudio nacional sobre la diversidad biológica en la República de Cuba. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Centro Nacional de Biodiversidad. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA, La Habana, 480 pp.
- Virnstein, R., Carbonara, P.A. (1985) Seasonal abundance and distribution of drift algae and seagrasses in the mid-Indian River Lagoon, Florida. *Aquat. Bot.*, **23**, 67-82.
- Wefer, G. (1980) Carbonate production by algae *Halimeda*, *Penicillus* and *Padina*. *Nature*, **285**, 323-324.
- Zar, J.H. (1999) *Biostatistical analysis* (4th ed.). Prentice-Hall, New Jersey, 663 pp.
- Zayas, C.R., Suárez, A.M., Ocaña, F.A. (2006) Abundancia y diversidad de especies del fitobentos de playa Guardalavaca, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, **27**(2), 87-93.

Recibido: 15/11/2012  
Aceptado: 03/05/2013

**Como citar este artículo:**

Avila Alonso, D., Guimaraes Bermejo, M., Cárdenas Ortiz, R. (2013) Variación espacio-temporal de grupos morfo-funcionales de macroalgas en pastos marinos al Norte de Ciego de Ávila, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* **33**(1), 14-22.