

Variación espacial y temporal de las macroalgas del mesolitoral rocoso en Aguadores-Baconao, Cuba I: composición

Abdiel Jover Capote^{1*}, Luis Manuel Reyes de Armas², Liliana María Gómez Luna³, Ana M. Suárez⁴

(1) Departamento de Biología. Universidad de Oriente s/n Santiago de Cuba. Cuba CP 90500.

(2) Centro de Investigación de Medio Ambiente de Camagüey. Cisneros #105 Altos e/ Pobre y San Clemente. Camagüey. Cuba. CP 70100.

(3) Laboratorio de Ecotoxicología, Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Avenida de las Américas Esquina I, CP 90900.

(4) Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Calle 16 No. 114, Playa, CP 11300, Ciudad Habana, Cuba.

(*) Autor para la correspondencia: abdiel@cnt.uo.edu.cu

RESUMEN

Se presenta una caracterización de la variación espacial y temporal de las macroalgas del mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao, determinándose 47 especies, 33 géneros y 16 familias. Del total de especies, 19 pertenecen a Rhodophyta, 11 a Heterokontophyta y 17 a Chlorophyta; consignándose por primera vez las especies *Amphiroa beauvoisii*, *Centroceras clavulatum*, *Ceramium brasiliense*, *Yuzurua poiteaui*, *Ceratodictyon intricatum*, *Gracilaria damaecornis*, *Laurencia obtusa*, *Polysiphonia scopulorum*, *P. sphaerocarpa*, *Dictyota ciliolata*, *Anadyomene saldanhae*, *Chaetomorpha gracilis* y *Dictyosphaeria ocellata* para la plataforma suroriental. Los valores más elevados de riqueza específica se obtuvieron en marzo (35). La composición varía entre los meses (55% de disimilitud) y localidades (30 - 100% de disimilitud). Estas variaciones responden a las características del microhábitat y la presencia de fuentes puntuales de enriquecimiento con nutrientes.

Palabras clave: Cuba, macroalgas, mesolitoral rocoso, riqueza específica, SE.

ABSTRACT

A characterization of spatial and temporal variation of macroalgae assemblages in the intertidal rocky shore sector Aguadores-Baconao is presented. As a result of this study 47 species were determined, 33 genera and 16 families. 19 species belong to Rhodophyta, 11 to Heterokontophyta and 17 to Chlorophyta. Species like *Amphiroa beauvoisii*, *Centroceras clavulatum*, *Ceramium brasiliense*, *Yuzurua poiteaui*, *Ceratodictyon intricatum*, *Gracilaria damaecornis*, *Laurencia obtusa*, *Polysiphonia scopulorum*, *P. sphaerocarpa*, *Dictyota ciliolata*, *Anadyomene saldanhae*, *Chaetomorpha gracilis* and *Dictyosphaeria ocellata* were first recorded in the southeast platform of Cuba. The higher values of species richness were obtained in March (35). The composition of macroalgae varies among months (55% of dissimilarity) and locations (30 to 100% of dissimilarity). These variations respond to the features of the characteristics of the microhabitat and the presence of point pollution sources for nutrient enrichment.

Key words: Cuba, intertidal rocky shore, macroalga, SE, specific richness.

INTRODUCCIÓN

Las complejas características de la plataforma cubana determina la existencia de diversas fitocenosis bentónicas, que habitan desde el supralitoral hasta el límite inferior de la zona fótica. La fitocenosis asociada al piso mesolitoral se encuentra sometida al ritmo periódico de las mareas, exposición al aire y al sol durante ciclos diarios y estacionales; fluctuaciones de la temperatura, humedad y salinidad (Areces, 1986; Nybakken y Bertness, 2005; Castro y Huber, 2008). Las mismas sirven de sustrato, refugio y alimento a numerosos organismos; además, desempeñan un papel importante en la cadena trófica y evitan la erosión costera (Díaz-Piferrer, 1967; Hemminga y Nieuwenhuize, 1990).

Los trabajos que abordan la ecología de las macroalgas del mesolitoral rocoso en Cuba han sido

muy puntuales. Los más importantes se consignan para la plataforma noroccidental (Suárez, 1984; Areces, 1986; Areces *et al.*, 1992; García, 1996; Areces, 2001). El énfasis ha estado dirigido a las especies características de este biotopo (Suárez, 1984; Areces, 1986), fauna asociada (Areces *et al.*, 1992) y al empleo de este recurso como bioindicador de calidad ambiental (García, 1996; Areces, 2001), siendo la revisión más completa sobre la composición de las macroalgas del litoral rocoso cubano, la de (García, 1996), quien presenta la primera lista de la flora potencial o manifiesta.

Sin embargo, el mesolitoral rocoso de la costa suroriental ha sido muy poco estudiado; solo se cuenta con los trabajos realizados en el sector costero Baconao-Morrillo Chico y el sector eutro-

fizado aledaño a la desembocadura del río San Juan (Jover y Lake, 2008; Jover *et al.*, 2009). El objetivo de este trabajo es determinar la variación espacial y temporal de la composición de las macroalgas del mesolitoral rocoso en el sector Aguadores-Baconao.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio corresponde al mesolitoral rocoso del sector limitado por las localidades de Aguadores y Baconao, perteneciente a la Reserva de Biosfera Baconao y ubicado en la costa suroriental, entre la bahía de Santiago de Cuba y la Laguna Baconao. El mesolitoral rocoso está formado por extensos campos de diente de perro o lapies (formación cársica superficial).

En todo el litoral se presentan dos tipos de costa: La acantilada abrasiva-acumulativa, labrada en calizas y conglomerados calcáreos con pequeñas playas, y las costas estructurales abrasivas desnudativas, labradas en rocas vulcanógenas-sedimentarias de la formación El Cobre, con numerosos entrantes y salientes debido a la abrasión selectiva; también aparecen pequeñas playas formadas fundamentalmente por grava y arena gruesa. La selección de las siete localidades de muestreo se realizó después de un recorrido previo del sector costero, teniendo en

cuenta que estuvieran representados los dos tipos de costa y que estos representaran todo el litoral (Figura 1).

Muestreo y análisis de las muestras

En cada estación se realizaron cuatro muestreos desde junio del 2008, a marzo del 2009, correspondientes a los meses de junio y septiembre (época de lluvia); diciembre y marzo (época poco lluviosa), para un total de 28 muestras (7 localidades x 4 meses). En cada una de las muestras se empleó como unidad de muestreo (UM) un cuadrado metálico de (25 x 25 cm), ubicando al azar 15 UM en un área de 100 m². El material colectado por cada muestra fue colocado en bolsas de nylon y fijados en una solución de formalina al 5%.

La identificación de las especies se realizó bajo un estereomicroscopio Novel NTB-2B y las especies de clasificación difícil se identificaron bajo un microscopio óptico Novel XSZ-N207. Las macroalgas se identificaron hasta el taxón inferior posible, con la ayuda de claves y esquemas de varios autores (Børgesen, 1913-20; Taylor, 1960; Littler *et al.*, 1989; Littler y Littler, 1997, 2000; Castro *et al.*, 2008; Dawes y Mathieson, 2008; Littler *et al.*, 2008). La lista de especies se confeccionó de acuerdo a los criterios taxonómicos de Wynne (2011).

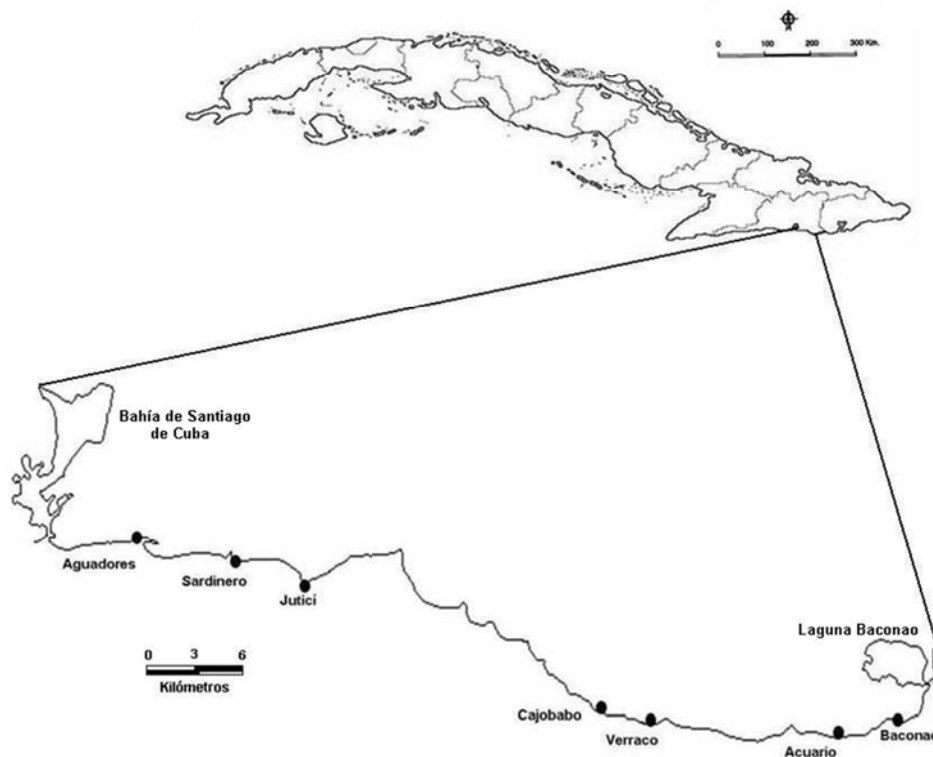


Figura 1. Localización del sector costero Aguadores-Baconao y ubicación de las localidades de muestreo.

Análisis de los datos

A partir de los valores de presencia-ausencia se confeccionaron curvas acumuladas de especies contra el número de unidades de muestreo con 999 permutaciones para determinar el tamaño de muestra suficiente. Se determinó la Riqueza Específica (S_{obs}) para cada localidad y época de muestreo; dado por el número total de las especies observadas (Ludwing y Reynolds, 1988).

Con el objetivo de determinar la variación de la composición en el tiempo se empleó el Índice de Constancia: $C = (P_m \times 100) / PM$ (Bodenheimer 1955), donde: P_m es el número de meses en que se consigna la especie y PM el número total de meses muestreados. Considerando las especies constantes aquellas con valores de $C \geq 50\%$, accesorias $50\% > C > 25\%$ y accidentales $C \leq 25\%$. Para las variaciones espaciales se determinó el Índice de Frecuencia dado por: $Fr = (P_h \times 100) / PH$ (Bodenheimer 1955), donde P_h es el número de localidades de muestreo en que se consigna la especie y PH es el número total de localidades de muestreo. Considerando las especies de distribución amplia las que poseen valores de $Fr \geq 50\%$, distribución media $50\% > Fr > 25\%$ y distribución restringida $Fr \leq 25\%$.

La significancia y origen de las diferencias entre las localidades y épocas de muestreo fueron determinadas por un análisis de similitud ANOSIM, a partir de un procedimiento de permutación aplicado a la matriz de similitud (Clarke y Warwick, 2001). La matriz de similitud se elaboró a partir de los datos de abundancia relativa, utilizándose el índice de Bray-Curtis. Las especies principales responsables de la disimilitud fueron identificadas mediante un análisis SIMPER (Clarke 1993). Estas técnicas multivariadas no-paramétricas se realizaron usando el programa estadístico PRIMER v.6 (Clarke y Gorley, 2006).

RESULTADOS

Flora típica de las macroalgas

La flora típica de macroalgas encontrada en el mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao está representada por 47 especies, ubicadas dentro de 33 géneros y 16 familias, de las cuales 19 pertenecen a Rhodophyta, 11 a Heterokontophyta y 17 a Chlorophyta. El orden mejor representado fue Ceramiales con 11 de las 47 especies (23%). Se consignan 13 especies por primera vez para las costas de la plataforma suroriental de Cuba, de las cuales 9 son rodofíceas (*Amphiroa beauvoisii*, *Centroceras clavulatum*, *Ceramium brasiliense*, *Yuzurua poiteaui*, *Ceratodictyon intricata*, *Gracilaria damaecornis*, *Laurencia obtusa*, *Polysiphonia scopulorum* y *P. sphaerocarpa*), una feofíceas (*Dictyota*

ciliolata) y tres clorofíceas (*Anadyomene saldanhae*, *Chaetomorpha gracilis* y *Dictyosphaeria ocellata*) (Tabla 1).

En todas las localidades se alcanzó la tendencia asintótica en junio (11 UM), diciembre (10 UM) y marzo (8 UM) (Figura 2). Sin embargo, como en septiembre se comienza a observar esa tendencia con 14 UM se determinó como tamaño de muestra suficiente para la caracterización de las macroalgas del mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao: 15 UM.

Variación espacial de la composición

La riqueza específica de las macroalgas del mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao muestra variación espacial. Los valores más elevados se consignan en la localidad de Sardinero con 31 especies, y los más bajos en Aguadores con siete (Figura 3). Se detectaron diferencias significativas en la composición de especies de macroalgas entre las localidades de muestreo de forma global, según el análisis ANOSIM ($R = 0.498$, $p = 0.001$). Los valores más elevados de disimilitud se determinaron entre Aguadores y el resto de las localidades (100%). Las especies que más contribuyeron a esta disimilitud pertenecen a los géneros *Ulva*, *Sargassum*, *Valoniopsis*, *Digenia*, *Padina*, *Turbinaria*, *Hypnea*, *Dictyosphaeria* y *Acanthophora*. Entre el resto de las localidades los valores de disimilitud oscilaron entre 32 y 49% (Tabla 2).

Del total de especies, 24 tienen una amplia distribución (Tabla 1). Las de mejor distribución, según los valores de frecuencia, fueron: *Amphiroa fragilissima* (88%), *Canistrocarpus cervicornis* (88%), *Laurencia obtusa* (88%), *Palisada perforata* (88%), *Padina sanctae-crucis* (88%), *Sargassum filipendula* (88%), *S. buxifolium* (88%), *S. polyceratium* (88%), *Turbinaria tricostata* (88%), *T. turbinata* (88%), *Valoniopsis pachynema* (88%), *Anadyomene saldanhae* (71%), *Dictyosphaeria cavernosa* (71%), *D. ocellata* (71%) y *Jania adhaerens* (71%), *Acanthophora specifera* (57%), *Cladophoropsis membranacea* (57%), *Dictyota menstrualis* (57%), *Digenia simplex* (57%), *Hypnea spinella* (57%).

Por otra parte, presentaron una distribución media 11 especies: *Centroceras clavatum* (43%), *Chaetomorpha vieillardii* (43%), *C. catenata* (43%), *Cladophoropsis macromeres* (43%), *Dictyopteris delicatula* (43%), *Dictyota ciliolata* (43%) y *Polysiphonia sphaerocarpa* (43%), *Amphiroa beauvoisii* (28%), *Parviphycus trinitatensis* (28%), *Hypnea musiformis* (28%), *Lobophora variegata* (28%). Sin embargo las menos frecuentes fueron 17, *Bryopsis plumosa* (14%), *Caulerpa cupressoides* (14%), *Ceramium brasiliense* (14%), *Chaetomorpha gracilis* (14%), *Chondria capillaris* (14%),

Tabla 1. Lista de especies y distribución por localidades y épocas de muestreo de las macroalgas del mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao.

Especies	Aguadores		Sardinero		Jutici		Cajobabo		Verraco		Acuario		Baconao	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Heterokontophyta														
<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (J.V.Lamouroux) De Paula & De Clerck			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dictyota ciliolata</i> Sonder ex Kützing (1)				X		X							X	X
<i>Dictyota menstrualis</i> (Hoyt) Schnetter, Hörning & Weber-Peukert						X	X			X				X
<i>Dictyopteris delicatula</i> J.V.Lamouroux					X				X	X				X
<i>Lobophora variegata</i> (J.V.Lamouroux) Womersley ex E.C.Oliveira			X		X									
<i>Padina sanctae-crucis</i> Børgesen			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sargassum filipendula</i> C.Agardh				X		X	X	X	X	X		X		X
<i>Sargassum buxifolium</i> (J.Agardh) M.J.Wynne			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sargassum polyceratium</i> Montagne			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Turbinaria tricostrata</i> E.S.Barton				X		X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Turbinaria turbinata</i> (Linnaeus) Kuntze			X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
Rhodohyta														
<i>Acantophora spicifera</i> (Vahl) Børgesen			X		X						X		X	X
<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux			X		X	X	X	X		X	X	X	X	
<i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V.Lamouroux (1)				X										
<i>Centroceras clavulatum</i> (C.Agardh) Montagne (1)			X	X		X								X
<i>Ceramium brasiliense</i> A.B.Joly (1) (2)			X	X										
<i>Digenia simplex</i> (Wulfen) C.Agardh			X	X		X	X	X	X	X				
<i>Chondria capillaris</i> (Hudson) Wynne (2)				X										
<i>Yuzurua poiteaui</i> (J.V. Lamouroux) Martin-Lescanne (1)				X										
<i>Parviphycus trinitatensis</i> (W.R. Taylor) M.J. Wynne (2)				X		X								
<i>Ceratodictyon intricatum</i> (C. Agardh) R.E. Norris (1) (2)												X		
<i>Gracilaria damaecornis</i> J. Agardh (1)						X								
<i>Hypna musiformis</i> (Wulfen) J.V.Lamouroux			X						X	X				
<i>Hypna spinella</i> (C.Agardh) Kützing				X	X	X					X	X	X	X
<i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux				X	X	X				X	X	X	X	
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V.Lamouroux (1)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 1. Lista de especies y distribución por localidades y épocas de muestreo de las macroalgas del mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao. **(Continuación)**

Especies	Aguadores		Sardinero		Juticí		Cajobabo		Verraco		Acuario		Baconao	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
<i>Herposiphonia secunda</i> (C.Agardh) Ambronn				X										
<i>Palisada perforata</i> (Bory) K.W.Nam			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harvey (1) (2)				X	X									
<i>Polysiphonia sphaerocarpa</i> (Børgesen) M.S.Kim & I.K.Lee (1) (2)			X	X		X				X				
Chlorophyta														
<i>Anadyomene saldanhae</i> (Wulfen) C.Agardh (1)				X				X	X	X	X	X		X
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C.Agardh		X												
<i>Chaetomorpha vieillardii</i> (Kützinger) M.J. Wynne				X						X	X			
<i>Chaetomorpha gracilis</i> Kütz. (1)						X		X						X
<i>Cladophora catenata</i> Kütz.						X	X		X					
<i>Cladophoropsis macromeres</i> W.R.Taylor				X		X								X
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (Bang ex C.Agardh) Børgesen				X		X				X		X		
<i>Caulerpa cupressoides</i> (Vahl) C. Ag. (2)			X											
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (Forssk.) Börg.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dictyosphaeria ocellata</i> (M.Howe) J.L.Olsen-Stojkovich (1)				X			X	X		X		X		
<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus		X												
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	X	X												
<i>Ulva prolifera</i> O. Müller		X												
<i>Ulva fasciata</i> S.F.Gray	X	X												
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	X	X												
<i>Valoniopsis pachynema</i> (G.Martens) Børgesen			X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halimeda tuna</i> (Ellis et Solander) Lamouroux				X										

(1) Especies consignadas por vez primera para la plataforma suroriental.

(2) Adiciones a la flora tónica del mesolitoral rocoso de Cuba.

Yuzurua. poiteau (14%), *Ulva intestinales* (14%), *U. flexuosa* (14%), *U. prolifera* (14%), *Ceratodictyon intricatum* (14%), *Gracilaria damaecornis* (14%),

Halimeda tuna (14%), *Herposiphonia secunda* (14%), *Polysiphonia scopulorum* (14%), *Ulva fasciata* (14%), *U. flexuosa* (14%) y *U. lactuca* (14%).

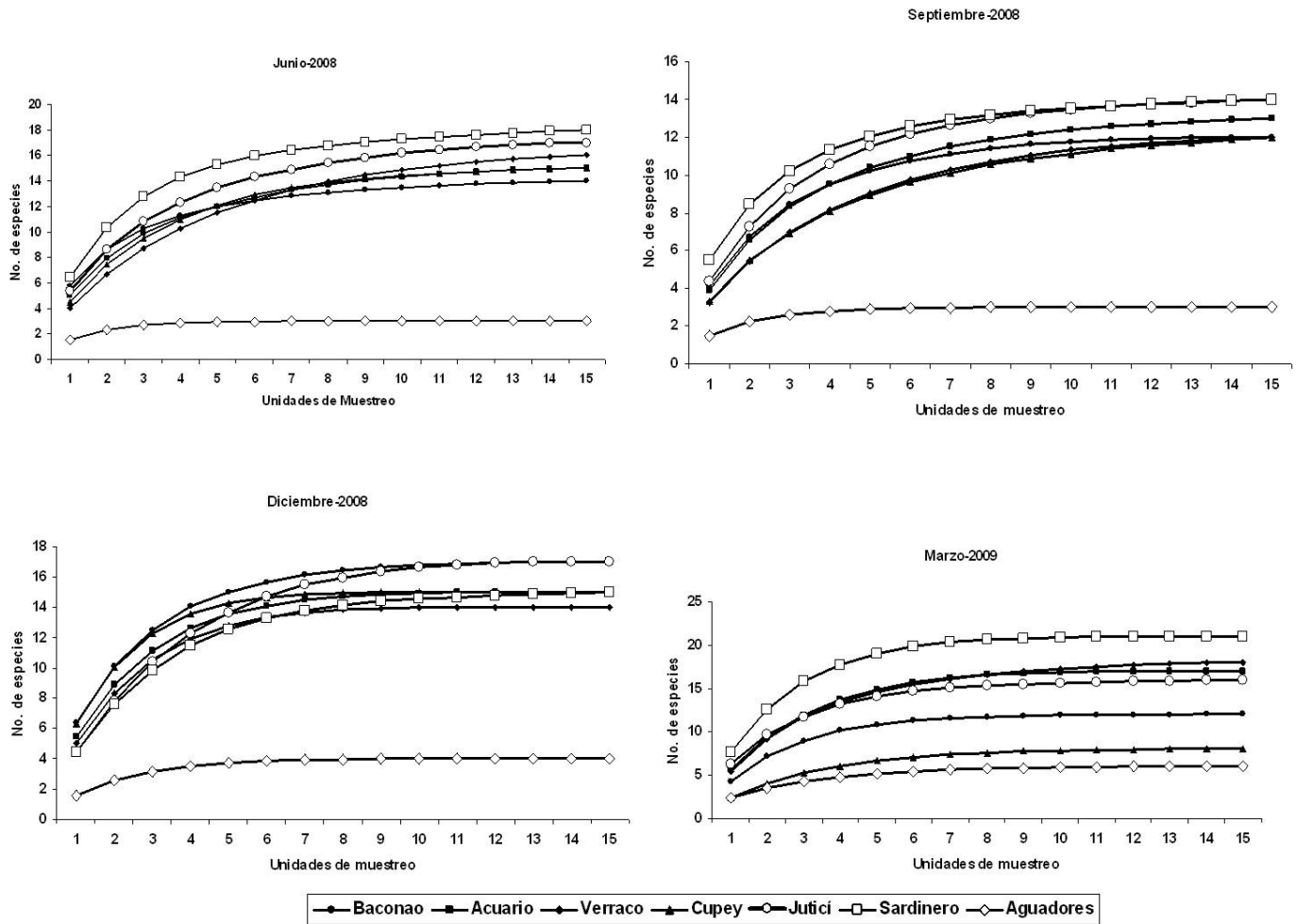


Figura 2. Curvas de acumulación de especies para el sector Aguadores-Baconao.

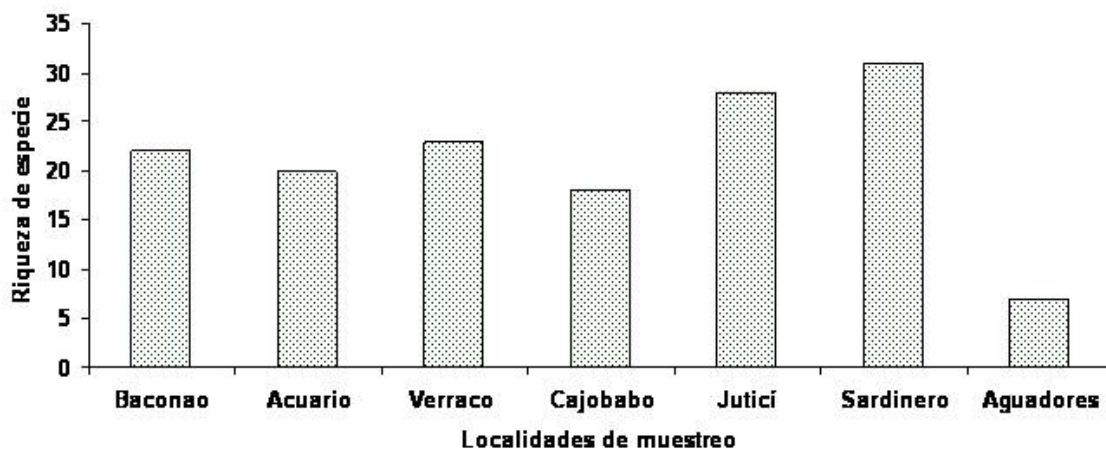


Figura 3. Variación espacial de la riqueza específica de las macroalgas del mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao

Tabla 2. Valores de disimilitud media (dm) entre las localidades de muestreo (SIMPER) y porcentaje de contribución de las macroalgas del mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao.

Localidades	Media de Disimilitud (%)	Especies (% de contribución)
Aguadores	Sardinero	100 <i>Digenia simplex</i> , <i>Padina sanctae-crucis</i> , <i>Sargassum buxifolium</i> <i>S. polyceratium</i> , <i>Ulva flexuosa</i> , <i>Ulva lactuca</i> y <i>Valoniopsis pachynema</i> (4.75)
	Jutici	100 <i>Hypnea spinella</i> , <i>Laurencia obtusa</i> , <i>Palisada perforata</i> , <i>P. sanctae-crucis</i> , <i>Turbinaria turbinata</i> , <i>Dictyosphaeria cavernosa</i> , <i>U. flexuosa</i> y <i>U. lactuca</i> (5.27)
	Cajobabo	100 <i>P. sanctae-crucis</i> , <i>S. buxifolium</i> , <i>S. polyceratium</i> , <i>D. cavernosa</i> , <i>U. flexuosa</i> y <i>U. lactuca</i> (6.39)
	Verraco	100 <i>Chaetomorpha vieillardii</i> (8.02)
	Acuario	100 <i>H. spinella</i> , <i>L. obtusa</i> , <i>P. perforata</i> , <i>Canistrocarpus cervicornis</i> , <i>P. sanctae-crucis</i> , <i>S. buxifolium</i> , <i>S. polyceratium</i> , <i>U. flexuosa</i> , <i>U. lactuca</i> y <i>V. pachynema</i> (5.51)
	Baconao	100 <i>Acantophora specifera</i> , <i>L. obtusa</i> , <i>P. perforata</i> , <i>C. cervicornis</i> , <i>P. sanctae-crucis</i> , <i>S. buxifolium</i> , <i>U. flexuosa</i> , <i>U. lactuca</i> y <i>V. pachynema</i> (5.62)
Sardinero	Jutici	47.59 <i>Hypnea spinella</i> (5.07)
	Cajobabo	47.16 <i>V. pachynema</i> (5.56)
	Verraco	46.25 <i>C. vieillardii</i> (11.18)
	Acuario	43.37 <i>D. simplex</i> (10.57)
	Baconao	47.55 <i>D. simplex</i> y <i>D. cavernosa</i> (6.74)
Jutici	Cajobabo	46.61 <i>H. spinella</i> (7.93)
	Verraco	48.10 <i>C. vieillardii</i> (11.5)
	Acuario	38.55 <i>Anandyomene saldanhae</i> (6.69)
	Baconao	38.59 <i>D. cavernosa</i> (8.92)
Cajobabo	Verraco	40.76 <i>C. vieillardii</i> (14.86)
	Acuario	37.27 <i>H. spinella</i> (10.27)
Verraco	Baconao	46.72 <i>A. specifera</i> y <i>D. cavernosa</i> (8.27)
	Acuario	38.23 <i>C. vieillardii</i> (17.27)
Acuario	Baconao	46.16 <i>C. vieillardii</i> (12.4)
	Baconao	32.79 <i>D. cavernosa</i> (10.83)

Variación temporal de la composición

La riqueza de las macroalgas del mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao muestra diferencias temporales. En el mes de marzo se consignan los mayores valores ($S_{obs}=36$) y los menores en septiembre y diciembre ($S_{obs}=31$) (Figura 4). No se detectaron diferencias significativas entre los meses de muestreo de forma global según el análisis ANOSIM ($R=-0.047$, $p=0.845$). Los valores más elevados de disimilitud oscilaron entre 50 y 60%. Las especies que más contribuyeron a dicha disimilitud pertenecen a los géneros *Sargassum*, *Hypnea*, *Dictyosphaeria*, *Amphiroa* y *Turbinaria* (Tabla 3).

Al analizar los valores de constancia se observan 34 especies constantes: *A. specifera* (100%), *A. fragillissima* (100%), *A. saldanhae* (100%), *C. clavatum* (100%), *D. cavernosa* (100%), *D. ocellata* (100%), *C. cervicornis* (100%), *D. menstrualis*

(100%), *D. simplex* (100%), *H. spinella* (100%), *J. adhaerens* (100%), *L. obtusa* (100%), *P. perforata* (100%), *P. sanctae-crucis* (100%), *P. sphaerocarpa* (100%), *S. filipendula* (100%), *S. buxifolium* (100%), *S. polyceratium* (100%), *T. tricostrata* (100%), *T. turbinata* (100%), *U. lactuca* (100%), *V. pachynema* (100%), *C. vieillardii* (75%), *C. catenata* (75%), *D. delicatula* (75%), *H. musiformis* (75%), *U. fasciata* (75%), *U. flexuosa* (75%), *B. plumosa* (50%), *C. brasiliense* (50%), *C. macromeres* (50%), *C. membranaceae* (50%), *U. prolifera* (50%) y *L. variegata* (50%) y 13 accidentales: *A. beauvoisii* (25%), *C. cupressoides* (25%), *C. gracilis* (25%), *C. capillaris* (25%), *Y. poiteaui* (25%), *D. ciliolata* (25%), *U. intestinalis* (25%), *P. trinitatensis* (25%), *C. intricatum* (25%), *G. damaecornis* (25%), *H. tuna* (25%), *H. secunda* (25%), *P. scopulorum* (25%).

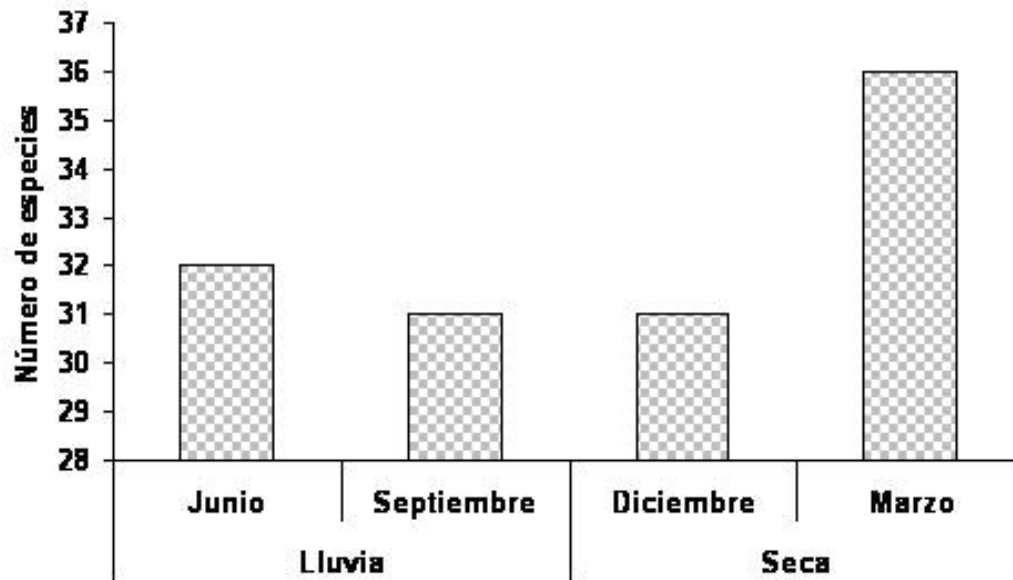


Figura 4. Variación temporal de la riqueza específica de las macroalgas del mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao.

Tabla 3. Valores de disimilitud media (dm) entre los meses de muestreo (SIMPER) y porcentaje de contribución de las macroalgas del mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao.

Meses	Media de Disimilitud (%)	Especies (% de contribución)
Junio	Septiembre	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (5.96), <i>Amphiroa fragilissima</i> (4.47) y <i>Turbinaria turbinata</i> (4.44)
	Diciembre	<i>Chaetomorpha vieillardii</i> (7.41)
	Marzo	<i>Hypena musiformis</i> (4.58) y <i>A. fragilissima</i> (4.37)
Diciembre	Septiembre	<i>C. vieillardii</i> (7.37) y <i>D. cavernosa</i> (5.11)
	Marzo	<i>C. vieillardii</i> (6.56)
Septiembre	Marzo	<i>D. cavernosa</i> (5.33) y <i>Sargassum filipéndula</i> (4.54)

DISCUSIÓN

En el mesolitoral rocoso del sector Aguadores-Baconao está presente al menos el 10% de los táxones consignados para la plataforma de Cuba por Suárez (2005). En los escasos estudios realizados sobre las macroalgas en este biotopo en la plataforma suroriental de Cuba, se ha registrado un número menor de especies (Jover y Lake, 2008; Jover *et al.*, 2009). Jover y Lake (2008) registran 17 para el sector costero Baconao-Morrillo Chico y Jover *et al.* (2009) registraron 22 en el sector de Aguadores.

El mayor número encontrado en el presente trabajo responde a un mayor esfuerzo de muestreo, que incluye un mayor número de micro-hábitats. Por otra parte, se han tenido en cuenta las especies epifitas, las que contribuyen a aumentar el número total de especies (*e. g.* Suárez *et al.*, 1989).

El número total de especies registradas es mayor a la consignada para otras regiones de la plataforma de Cuba (García, 1996; Areces, 2001). García (1996) encontró 10 especies para el mesolitoral adyacente al

Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de La Habana y Areces (2001) 35 para el mesolitoral aledaño a la bahía de La Habana, ubicados en la plataforma noroccidental de Cuba, lo que pudiera estar dado porque ambos trabajos se realizaron en zonas sometidas al enriquecimiento de nutrientes, fenómeno que puede ocasionar cambios en los patrones de dominancia de la especies (Arévalo *et al.*, 2007).

Al comparar el número de especies encontradas en este hábitat con otros biotopos de ambiente intermareal en Cuba, se observa, de manera general, un menor número de especies. En arrecifes coralinos se han identificado unas 125 especies (Trelles *et al.*, 1997), 175 para los manglares (Martínez-Daranas, 2000) y 227 para los fondos blandos (Martínez-Daranas, 2007). El mesolitoral rocoso es una zona afectada por periodos de emersión, la acción de mareas, la accesibilidad y la influencia de factores abióticos como el oleaje, la radiación solar y la temperatura, factores que pueden limitar, de cierto modo, el establecimiento de un número elevado de especies (Cortez *et al.*, 2004).

Respecto a la riqueza de *Ceramiales*, es importante destacar la elevada proporción de rodofíceas que aparecen usualmente para este hábitat en varias localidades de Cuba y el Caribe (Suárez, 1989; Areces, 2001; Mateo-Cid *et al.*, 2000; Cortez *et al.*, 2004).

Por otra parte, dentro de la flora potencial para el mesolitoral rocoso cubano, pueden encontrarse 70 especies (García, 1996). La adición de nueve especies a partir de los registros de este trabajo, puede deberse a que existen pocas publicaciones que tengan como objeto de estudio la flora en este hábitat en Cuba.

La tendencia asintótica en las curvas de especies acumuladas con relación al número de unidades de muestreo evidencia el muestreo fue representativo para todas las combinaciones mes-localidad. El tamaño de muestra seleccionado es similar al empleado para la caracterización de las macroalgas de otras comunidades cubanas como arrecifes coralinos (Valdivia, 2004), bahías (Moreira *et al.*, 2003a; Cabrera *et al.*, 2004), manglares (Moreira *et al.*, 2003b) y fondos blandos (Zayas, 2003).

Las diferencias de la variación de la composición entre las localidades pudieran estar dadas por las características del microrelieve del litoral. En los litorales con mayor complejidad se consignan los mayores valores de riqueza, como ocurre en Sardinero. Gil-Rodríguez y De la Torres (1980) plantean que la presencia de grietas, oquedades, canales y charcas en el mesolitoral permite un aumento de la riqueza de especies, y por tanto, el establecimiento de especies poco resistentes a altos grados de intensidad luminosa, exposición al sol y al

fuerte oleaje; este fenómeno ha sido observado por otros autores como Schonbeck y Norton (1978) y Gallardo y Pérez-Cirera (1982). El Sardinero, además, recibe pulsos frecuentes de nutrientes del estuario de Sardinero, lo que puede favorecer la riqueza de especies (Areces 2001).

Por otra parte, la presencia en el extremo oeste del sector Aguadores-Baconao, de la desembocadura de aguas enriquecidas con nutrientes, provenientes del río San Juan, pudiera determinar la variación espacial de la riqueza específica en Aguadores, pudiendo ser esta la causa de que se consignen los menores valores, y del predominio de las Ulvales; frecuentes en ambientes enriquecidos por nutrientes (Littler y Murray, 1975; Morand y Briand, 1996).

La mayor riqueza observada durante este estudio, se registra a finales de la época poco lluviosa (marzo), donde se visualiza el mayor florecimiento de las macroalgas y de toda la vegetación marina. Este resultado coincide con el rango descrito por otros autores, quienes han observado altos valores de riqueza en el periodo de febrero a julio (Richardson, 1987 en Zayas, 2003; Prado y Suárez, 1997; Perdomo 1998; Llorente, 2006). El pico observado en el mes de marzo coincide con los hallazgos de Zayas (2003) para Playa Guardalavaca, en la plataforma nororiental de Cuba. Sin embargo, se contraponen con lo descrito para varias localidades de la costa norte occidental, donde los picos suelen encontrarse en junio y julio (Lazcano, 1995; Prado y Suárez, 1997; Trellez *et al.*, 2001), meses que corresponden a la temporada de lluvia. El sector Aguadores-Baconao, ubicado en la costa suroriental posee aguas más calientes debido a la presencia de un clima tropical seco único (Lecha y Chugaev, 1989), lo que pudiera acelerar el proceso de florecimiento con respecto a la zona occidental.

Dawson (1961) y Mendoza-González *et al.*, (1994) afirman que la mayor riqueza de táxones, se encuentra en la época donde las mareas vivas se presentan en la mañana y en la noche. Por lo que las mareas bajas no coinciden con las horas en que la insolación y la temperatura ambiental son más altas. En la temporada poco lluviosa, para el área de estudio, las mareas vivas se presentan del mediodía al atardecer, por lo que las macroalgas se encuentran expuestas a temperaturas altas y fuerte iluminación, por lo que las pudiera desecar y ocasionar la disminución en el número de especies.

El alto porcentaje de dominancia de especies con distribución amplia y media (aproximadamente el 65%) pudiera estar condicionado por los niveles de tolerancia de dichas especies a altos valores de salinidad, temperatura, exposición a la desecación y fuerza del oleaje. Estos resultados coinciden con otros trabajos realizados en la región (*e. g.* Mateo-Cid *et al.*, 2000; Cortez *et al.*, 2004). Sin embargo, la presencia de 17 especies que solo se encuentran

consignadas a una localidad, puede deberse fundamentalmente a tres causas. La primera es la presencia de especies típicas de otros ambientes como *C. cupressoides* y *H. tuna* que frecuentemente crecen en fondos arenosos (Suárez, 2001), por lo que requieren para su desarrollo zonas del mesolitoral que presenten charcas u oquedades profundas, condiciones poco frecuentes en el sector estudiado. La segunda causa es el epifitismo presente, como fueron las especies *C. brasiliense*, *C. capillaris*, *Y. poiteaui*, *C. gracilis*, *C. intricatum*, *G. damaecornis*, *H. secunda* y *P. scopulorum*.

La tercera causa pudiera ser la presencia de fuentes puntuales de contaminación, fenómeno que se da en Aguadores, donde solo se consigna el resto de las especies de distribución restringida, las que fueron dominantes para todo el sector según hallazgos previos (Jover *et al.*, 2009).

Al analizar los valores de constancia se obtiene un 71% de especies constantes; de estas, las del género *Sargassum*, *Turbinaria*, *Laurencia*, *Digenia* y *Palisada* destacan por no presentar variaciones a lo largo de los meses estudiados. Esto pudiera estar dado por las pocas variaciones de temperatura y fluctuaciones de marea, que ocurren en esta zona de la plataforma de Cuba. Rodríguez y Rodríguez (1983) plantean que la amplitud máxima de marea no excede los 0.79 m y los valores de temperatura según García (1989 a, b) muestran poca variación en esta región del país. Cortez *et al.* (2004) plantea que las especies expuestas a fuerte oleaje son aquellas que poseen una estructura de fijación definida y resistente a las condiciones drásticas del nivel litoral (como son las altas temperaturas y la desecación) y son capaces de vivir varios años.

AGRADECIMIENTOS

A los miembros del Grupo Científico Estudiantil de Ecología Marina "Dra. María Elena Ibarra Martín" de la Universidad de Oriente por su apoyo y la realización de las colectas. A Mark Littler y Michael Wynne por el envío de bibliografía. A las sugerencias de los revisores que aportaron criterios para la mejoría del manuscrito.

REFERENCIAS

- Areces, A. (1986) Ecología de la vegetación de las aguas y fondos marinos de Cuba y su significación en las facies sedimentarias de la plataforma I. Los pisos supra y mesolitoral. *Rev. Invest. Mar.* **2**, 81-92.
- Areces, J. (2001) La ficoflora intermareal como bioindicadora de calidad ambiental. Estudio de caso: El litoral habanero. In: *Sustentabilidad de la biodiversidad. Un problema actual, bases científico-técnicas, teorizaciones y perspectivas.* (K. Alveal y T. Antezana, eds.). Universidad de Concepción, Chile. pp: 569-589.
- Areces, J., Valle, R., Ibarzabal, D., Pol, J., Hernández, L. (1992) Características generales de la fauna asociada a cuatro especies de macroalgas del mesolitoral cubano. *Cien. Biol.* **25**, 119-131.
- Arévalo, R., Pinedo, S., Ballesteros, E. (2007) Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Mar. Poll. Bull.* **55**, 104-113.
- Bodenheimer, F. (1955) Précis d'écologie animale. Bibliothèque Scientifique Payot, Paris. 315 pp.
- Børgesen, F. (1913-20) Marine Algae of the Danish West Indies. *Dansk. Bot. Ark.* 504 pp.
- Cabrera, R., Moreira, Á., Suárez, A. (2004) Variación en la composición y estructura de las asociaciones algales en la Bahía de Nuevitas, costa NE de Cuba. *Rev. Invest. Mar.* **25**(2):133-142.
- Castro, P., Hubert, M. (2008) Marine biology. Magraw-Hil, USA, 461 pp.
- Clarke, K. (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.* **18**, 117-143.
- Clarke, K., Gorley, R. (2006) PRIMER v 6: User manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth UK, 192 pp.
- Clarke, K., Warwick, R. (2001) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. PRIMER-E, Plymouth, UK, 173 pp.
- Cortez, L., Jaimes, S., Pérez-Rosalez, R. (2004) Estudio de las poblaciones de macroalgas de las divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta de la zona mesolitoral en la plataforma rocosa de los Cobanos, Departamento de Sonsonate. Tesis de Diploma, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de El Salvador, 90 pp.
- Dawson, E. (1961) A guide to the literature and distribution of Pacific benthic algae from Alaska to the Galapagos Islands. *Pac. Sci.* **3**, 370-441.
- Dawes, C., Mathieson, A. (2008) The Saeeweeds of Florida. University of Florida Press. 591pp.
- De Castro, J., Barros-Barreto, M., Pita, S. (2008) A família Ceramiaceae (Ceramiales, Rhodophyta) no estado da Bahia, Brasil. *Monografias Ficológicas* **3**, 75-159.
- Díaz-Piferrer, M. (1967) Las algas superiores y las fanerógamas marinas. In: *Ecología Marina.* (M. Margalef, ed.). Fundación de Ciencias Naturales, La Salle, Caracas. pp: 273-307.
- Gallardo, T., Pérez-Cirera, J. L. (1982) Observaciones

- sobre la ecología de las cubetas en las costas de Galicia. *Coll. Bot.* **13**(2): 817-830.
- García, C. (1981a) Temperatura de las aguas oceánicas de Cuba: I. Aguas superficiales. *Rev. Cub. Invest. Pesq.* **6**(2): 1-15.
- García, C. (1981b) Temperatura de las aguas oceánicas de Cuba: II. Aguas superficiales. *Rev. Cub. Invest. Pesq.* **6**(2): 15-35.
- García, G. (1996) *Las Ulvales como dominantes de un mesolitoral rocoso de la costa norte de la Habana*. Tesis de Diploma, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, 38 pp.
- Gil Rodríguez, M. C., Wildpret de la Torre, W. (1980) Contribución a la ficología de la Isla del Hierro. *Vieraea* **8**(2): 245-260.
- Hemminga, M., Nieuwenhuize, J. (1990) Seagrasses crack-induce dune formation on a tropical coast (Banc d'Arguin Mauritania). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **31**, 409-502.
- Jover, A., Lake, J. (2008) Macroalgas dominantes del intermareal rocoso en el sector costero Baconao-Morrillo Chico, costa suroriental de Cuba. *Algas* **40**, 14-17.
- Jover, A., Llorente G., Viña, N. (2009) Variación espacio-temporal de la composición de macroalgas del sector Aguadores, Plataforma suroriental, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* **30** (1): 3-9.
- Lazcano, L. (1995) *Flora tóxica y especies dominantes en arrecifes coralinos*. Tesis de Diploma, Facultad de Biología, Universidad de la Habana, 51 p.
- Lecha, L., Chugaev, A. (1989) La bioclimatología y algunas de sus aplicaciones en condiciones de clima tropical húmedo. Editorial Academia, Cuba, 35 pp.
- Littler, D., Little, M. (2000) *Caribbean Reef Plants. An identification to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics, Inc., 542 pp.
- Littler, D., Littler, M. (1997) An illustrated marine flora of the Pelican Cays, Belize. *Bull. Biol. Soc. Wash.* **9**, 1-149.
- Littler, D., Littler, M., Dennis, M. (2008) *Submersed Plants of the Indian River Lagoon*. Offshore Graphics, Inc. 281 pp.
- Littler, D., Littler, M., Rucher, K., Noris, J. (1989) *Marine Plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil*. Smithsonian Institution Press. 263 pp.
- Littler, M., Muray, N. (1975) Impact of sewage on the distribution, abundance and community structure of rocky intertidal macro-organisms. *Mar.Bot.* **30**, 277-291.
- Llorente, G. (2006) *Estudio ecológico de la macrofitoria del sector costero Aguadores*. Tesis de Diploma, Departamento de Biología, Universidad de Oriente, 55 pp.
- Ludwig J., Reynolds, J. (1988) *Statistical Ecology*. John Wiley & Sons, Nueva York. 337 pp.
- Martínez-Daranas, B. (2000) Macroalgas y fanerógamas asociadas a los manglares cubanos. In: *Ecosistemas de manglar en el archipiélago cubano*. (L. Menéndez y J. Gusman, eds.). Editorial Academia, Cuba. pp: 254-265.
- Martínez-Daranas, B. (2007) *Características y estado de conservación de los pastos marinos en áreas de interés del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba*. Tesis de Doctorado, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, 135 pp.
- Mateo-Cid, L., Mendoza-González, A., García, C., Múzquiz, L. (2000) Contribución al estudio de las algas marinas bentónicas de Punta Arena y Cabo Pulmo, Baja California Sur, México. *Act. Bot. Mex.* **52**, 55-73
- Mendoza-González, A., Catalina, L., Mateo-Cid, E., Huerta-Musquiz, L. (1994) Algas marinas bentónicas de Mazatlán, Sinaloa, México. *Act. Bot. Mex.* **27**, 99-115.
- Morand, P., Briand, X. (1996) Excessive growth of macroalgae: A Symptom of environmental disturbance. *Bot. Mar.* **39**, 491-516.
- Moreira, A., Gómez, M., León, A., Pozo, P., Cabrera, R., Suárez, A. (2003a) Variación de la composición y abundancia de macroalgas en el Área Protegida Laguna Guanaroca, provincia de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* **24**(3): 177-184.
- Moreira, A., Gómez, M., León, A., Pozo, P., Cabrera, R., Suárez, A. (2003b) Variación de la composición y abundancia de macroalgas en la bahía de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* **24**(2): 83-94.
- Nybakken, J., Bertness, M. (2005) *Marine Biology and ecological approach*. Pearson Benjamin Cummins, 579 pp.
- Perdomo, M. E (1998) *Monitoreo ecológico del efecto del pedraplén a Cayo Santa María en el fitobentos marino*. Tesis de Maestría., Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, 84 pp.
- Prado, M., Suárez, A. (1997) Estudio del fitobentos de Cayo Hicacos, Archipiélago de los Canarreos, plataforma suroccidental de Cuba. *Rev. Invest. Mar.* **18**(1): 27-34.
- Rodríguez, J., Rodríguez, J. E. (1983) Consideraciones sobre el grado de alteración de las condiciones oceanográficas de la bahía de La Habana y Mariel. *Rep. Inv. Inst. Oceanol.* **18**, 25.
- Schonbeck, M., Norton, T. (1978) Factors controlling the upper limits of furoid algae on the shore. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **31**, 3-13.
- Suárez, A. (1984) *Ecología, Fitogeografía y Sistemática del macrofitobentos de la plataforma cuba-*

- na. Tesis de Doctorado, Facultad de Biología, Universidad Estatal de Moscú, 365 pp.
- Suárez, A. (2001) Catálogo de macroalgas marinas cubanas. Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana. 307pp.
- Suárez, A. (2005) Lista de las macroalgas marinas cubanas. *Rev. Invest. Mar.* **26**(2), 93-148.
- Suárez, A., Aguila, C., Gonzáles Sansón, G. (1989) Comparación de dos métodos para la cuantificación del fitobentos. *Rev. Invest. Mar.* **10**(1), 21-26.
- Taylor, W. (1960) Marine algae of the Eastern Tropical and Subtropical coast of the Americans. The University of Michigan Press, 870 pp.
- Trelles, J., Suárez, A. M., Collados-Vides, L. (1997) Macroalgas del arrecife de la Herradura, costa NO de la Habana. *Rev. Invest. Mar.* **18** (3), 101-103.
- Trelles, J., Suárez, A.M., de la Guardia, E. (2001) Macroalgas dominantes de Playa Herradura, plataforma noroccidental de Cuba: Caulerpales y Dictyotales. *Rev. Invest. Mar.* **22**(1), 1-6.
- Valdivia, A. (2004) *Variación espacial y temporal de las asociaciones de algas en zonas del sublitoral habanero, Cuba*. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, 121 pp.
- Wynne, M. J. (2011) A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia, Beih.* **140**, 1- 166.
- Zayas, C. H. (2003) *Macrofitobentos de Playa Guardalavaca, región nororiental de Cuba*. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana, 43 pp.

Recibido: 15/12/2011
Aceptado: 27/02/2012