

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE MACROALGAS BENTÓNICAS EN LA BAHÍA DE BOCA DEL RÍO, ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA

**Spatial and temporal distribution of benthic macroalgae from Boca del Rio Bay, Margarita Island, Venezuela**

**Alfredo J. GUILARTE B.<sup>2</sup>, Julio C. RODRÍGUEZ R.<sup>2</sup>,  
Aidé J. VELÁZQUEZ<sup>1</sup> y Efraín MARTÍNEZ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta.*

<sup>2</sup>*Centro Regional de Investigaciones Ambientales, Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta.  
Fredguilart@gmail.com*

### RESUMEN

Un total de 34 especies de macroalgas marinas bentónicas fueron identificadas en la bahía de Boca del Río, específicamente 14 especies de Chlorophyta (41%), 4 de Heterokontophyta (12%) y 16 de Rhodophyta (47%). La composición de la biomasa de macroalgas osciló entre los 0,19 g/m<sup>2</sup> y 937,87 g/m<sup>2</sup>, obteniéndose en el segundo y tercer trimestre del año de muestreo el mayor promedio de biomasa (164,27 g/m<sup>2</sup> y 120 g/m<sup>2</sup>, respectivamente). Entre las 27 estaciones estudiadas el mayor promedio de biomasa lo presentó la estación 20 (547,02 g/m<sup>2</sup>). La mayor presencia de especies se encontró en aquellas estaciones donde las superficies eran rocosas y pedregosas, en las superficies arenosas y fangosas hubo una menor cantidad de especies.

**Palabras clave:** Biomasa, Chlorophyta, Rhodophyta, Heterokontophyta

### ABSTRACT

A total of 34 species of benthic macroalgae was identified on the Boca de Río Bay, 14 species belonging to Chlorophyta (41%), 4 to Heterokontophyta (12%) and 16 to Rhodophyta (47%). Macroalgal biomass ranged from 0.19 g/m<sup>2</sup> and 937.87 g/m<sup>2</sup>, and the highest average biomass was obtained in the second and third quarter of the sampled year (164.27 g/m<sup>2</sup> and 120 g/m<sup>2</sup>, respectively), while station 20 showed the highest average in terms of biomass between the 27 stations (547.02 g/m<sup>2</sup>). The higher presence of species occurred at those stations whose bottom surfaces were composed of rocky substrate, stations with sandy and muddy bottom surfaces showed great absence of species.

**Key words:** Biomass, Chlorophyta, Rhodophyta, Heterokontophyta

### INTRODUCCIÓN

La zona intermareal del litoral costero constituye uno de los principales hábitats para las algas marinas (Morón & Ardito 2010), permite la colonización y distribución espacial de las diferentes especies de macroalgas, haciendo de este

ambiente un hábitat heterogéneo y marcado con un gradiente de zonación definido (Ramírez *et al.* 2005).

Los factores ambientales juegan un papel importante en los cambios espaciales y temporales de las macroalgas marinas en los litorales costeros (García & Díaz 2006). Factores bioecológicos como la herbivoría, depredación y reclutamiento, además de las condiciones geográficas, tipo de sustrato y los factores físico-químicos del medio tienden a definir las estructuras comunitarias intermareales para la ficoflora béntica (Choi & Young 2004).

En Venezuela son muy pocos los estudios ecológicos realizados sobre las macroalgas marinas en cuanto a las variaciones estacionales y espaciales de las diversas especies que contribuyen a la estructuración de las comunidades bentónicas costeras; sólo se registran trabajos de carácter taxonómico como los de Aponte (1985), Barrios *et al.* (2003a, b), Barrios & Díaz (2005), Solé & Pardo (2006), Pardo & Solé (2007, 2010), Solé *et al.* (2010), donde la región nor-oriental del país ha sido la mejor estudiada (Guilarte 2010).

En el estado Nueva Esparta, específicamente en la Isla de Margarita, los estudios ficológicos han sido realizados por Aponte (1985), Solé & Pardo (2006), Pardo & Solé (2007, 2010), Fernández & Pérez (2009), Guilarte (2010), Solé *et al.* (2010), Hernández (2012), Salazar (2012), Martínez & Marín (2013). En la Isla de Cubagua existen los aportes de Aguilera & Lunar (2009), Acosta (2010), Velásquez-Boadas & Rodríguez (2012).

La Bahía de Boca del Río, localizada al noroeste de la Isla de Margarita en la Península de Macanao, posee las condiciones ambientales y geográficas adecuadas para el establecimiento de muchas especies de macroalgas marinas. En la franja costera de esta localidad existen investigaciones ficoflorísticas realizadas por Solé & Pardo (2006), Pardo & Solé (2007, 2010), Fernández & Pérez (2009), Solé *et al.* (2010), Guilarte *et al.* (2012). También, Hernández (2012) realizó un estudio ecológico sobre la fenología y caracterización química de la especie *Gracilaria flabelliformis* en la mencionada bahía.

Ante la importancia de las macroalgas marinas en la funcionalidad de los ecosistemas marino-costeros como productores primarios, y por el aprovechamiento comercial de la gran cobertura de su biomasa como recurso para la elaboración de productos naturales utilizados en la alimentación humana, actividades agropecuarias, medicina y en la agricultura, entre otros, en este trabajo se estudia la distribución espacial y temporal de las especies de macroalgas marinas bénticas identificadas en la franja costera de la bahía de Boca del Río.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La bahía de Boca del Río se encuentra situada en la región sur occidental de la Isla de Margarita en la península de Macanao, entre las coordenadas 10°58'90" - 10°57'45" N, 64°10'52" - 64°11'58" O (Fig. 1). Cuenta con una extensión de 1350 m, desde la zona de manglar frente a la boca de la laguna de La Restinga

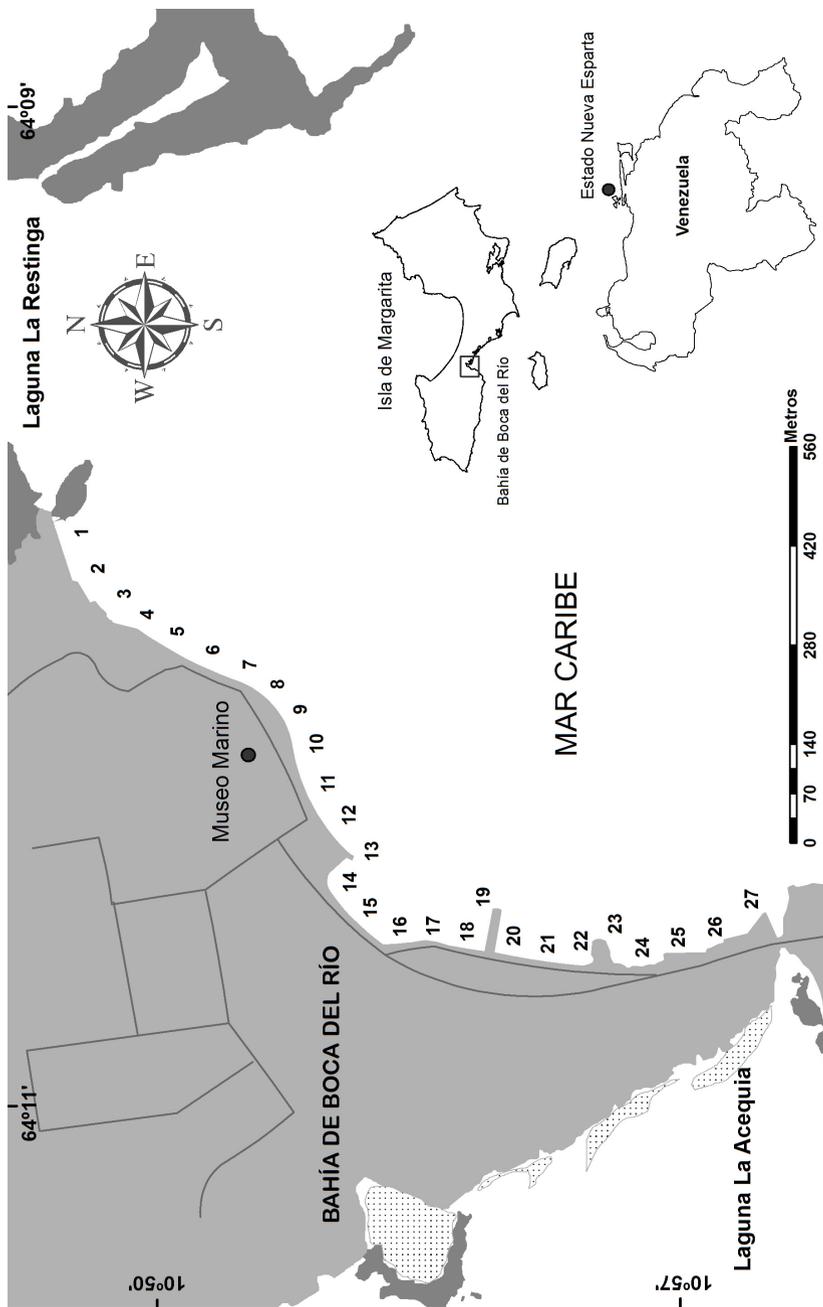


Fig. 1. Ubicación geográfica relativa de la bahía de Boca del Río, estado Nueva Esparta, Venezuela.

hasta la conexión del mar con la laguna La Acequia. Esta bahía presenta un oleaje moderado, con sustrato principalmente rocoso y con pequeñas playas de litoral arenoso, arenoso-gravoso y fangoso (Hernández 2012).

En la bahía de Boca del Río fueron ubicadas 27 estaciones (Fig. 1) mediante un posicionador geográfico por satélite, marca Garmin, modelo GPS 60Csx. En cada una de las estaciones fue delimitada sistemáticamente una parcela de 5 m<sup>2</sup>, dentro de las cuales trimestralmente, durante el año 2009, fueron recolectados todos los ejemplares de macroalgas lanzando al azar un cuadrado de 1 m<sup>2</sup>. Para esto se utilizaron espátulas y cuchillos que facilitaron el desprendimiento de las muestras con estructuras de fijación. Los especímenes recolectados fueron preservados en una solución de formaldehído al 4% con agua de mar y guardados en frascos de vidrio para su posterior procesamiento.

Las especies de macroalgas fueron identificadas mediante la comparación morfoanatómica de los taxones realizando cortes histológicos y utilizando la ayuda de claves taxonómicas de Dawes & Mathieson (2008), Littler & Littler (2000), Littler *et al.* (2008), Solé & Pardo (2006), Pardo & Solé (2007, 2010), así como los criterios de Wynne (2011).

Para la determinación de la variación espacial de las macroalgas marinas, en cada una de las parcelas de 5 m<sup>2</sup>, la cobertura de las especies fue valorada porcentualmente mediante observación visual. Para la estimación de la biomasa, muestras de cada especie fueron recolectadas en las parcelas para la determinación del peso seco (g/m<sup>2</sup>).

Los porcentajes de cobertura de las especies fueron georeferenciados en mapas cartográficos de la bahía de Boca del Río, elaborados a escala multidimensional de 1:5000 utilizando el paquete Sistemas de Información Geográfica ArcGIS 10.

La variación espacial y temporal de la biomasa macroalgal entre trimestres y estaciones de muestreos fue determinada aplicando un análisis de varianza de dos vías, que también incluyó la comparación de los promedios significativos, según el procedimiento de la prueba simultánea a posteriori Duncan. Para estos análisis, se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV (StatPoint Technologies, Inc 2009).

Para la determinación del grado de afinidad ficoflorística entre las 27 estaciones estudiadas, fueron construidas matrices de disimilitud de Bray Curtis basadas en la presencia-ausencia de las especies asociadas al tipo de sustrato, mediante un análisis Cluster utilizando el paquete estadístico PRIMER V6 (Clarke & Gorley 2010).

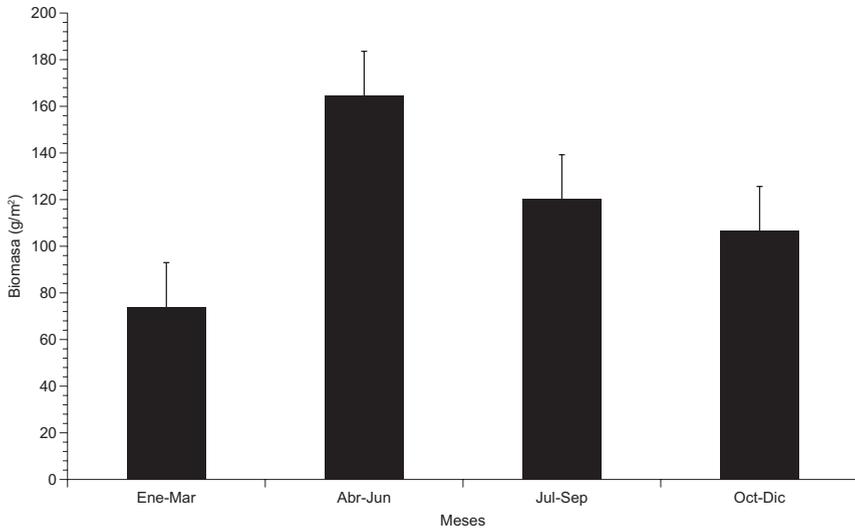
## RESULTADOS

Un total de 34 especies de macroalgas marinas fueron identificadas en la bahía de Boca del Río, de las cuales 14 especies corresponden al phylum Chlorophyta (41%), 4 a Heterokontophyta (12%) y 16 a Rhodophyta (47%). El orden Ceramiales presentó 7 especies, seguido de Bryopsidales con 6, Ulvales con 5 y Dictyotales con 3 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Especies de macroalgas identificadas en la bahía de Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela.

Phylum	Orden	Especie
Chlorophyta	Bryopsidales	<i>Bryopsis pennata</i> (J.V. Lamour.)
		<i>Caulerpa mexicana</i> Sond. ex Kütz.
		<i>C. racemosa</i> var. <i>laetevirens</i> (Mont.)
		<i>C. sertularioides</i> f. <i>longiseta</i> (Bory)
		<i>Codium taylorii</i> (P.C. Silva)
	Cladophorales	<i>Halimeda opuntia</i> (J.V. Lamor.)
		<i>Cladophora catenata</i> (Kütz.)
	Siphonocladales	<i>C. vagabunda</i> (Hoeck)
		<i>Cladophoropsis membranacea</i> Børgesen
	Ulvales	<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh.
<i>U. flexuosa</i> (L.) Nees.		
<i>U. lactuca</i> L.		
<i>U. reticulata</i> Forssk.		
Heterokontophyta	Dictyotales	<i>U. rigida</i> C. Agardh
		<i>Dictyota pinnatifida</i> Kütz.
	Fucales	<i>Padina gymnospora</i> (Kütz.) Sond.
<i>Spatoglossum schroederii</i> Kütz.		
Rhodophyta	Ceramiales	* <i>Asteronema breviarticulatum</i> (J. Agardh) Oriques & Bouzon.
		<i>Acanthophora muscoides</i> (Linnaeus) Bory
		<i>A. spicifera</i> (Valh) Børgesen.
		<i>Bryothamnion triquetrum</i> (S.G. Gimel.) M. Howe.
		<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Mont.
		<i>Ceramium subtile</i> J. Agardh.
		<i>Palisada perforata</i>
	Gelidiales	<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harv.
		<i>Gelidium</i> sp.
	Gigartinales	<i>Parviphycus trinitatis</i> W.R. Taylor
		<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V. Lamour.
	Gracilariales	<i>H. valentiae</i> (Turner) Mont.
		<i>Gracilaria bursa-pastoris</i> (S.G. Gmel.) P.C. Silva
<i>G. flabelliformis</i> Gurgel & Fredericq.		
Halimiales	<i>Gracilariopsis</i> sp.	
	<i>Grateloupia filicina</i> (J.V. Lamour.) C. Agardh.	
		<i>Botryocladia occidentalis</i> (Børgesen) Kylin

La biomasa de macroalgas osciló entre 0,19 y 937,87 g/m<sup>2</sup>, encontrándose diferencias estadísticas significativas entre los trimestres y las estaciones ( $P < 0,05$ ). La prueba Duncan diferenció el segundo (164,27 g/m<sup>2</sup>) y tercer trimestre (120 g/m<sup>2</sup>) como los períodos con mayores promedios de biomasa, mientras que el primer (73,86 g/m<sup>2</sup>) y cuarto trimestre (106,69 g/m<sup>2</sup>) (Fig. 2) formaron un grupo homogéneo con los menores promedios (Tabla 2).



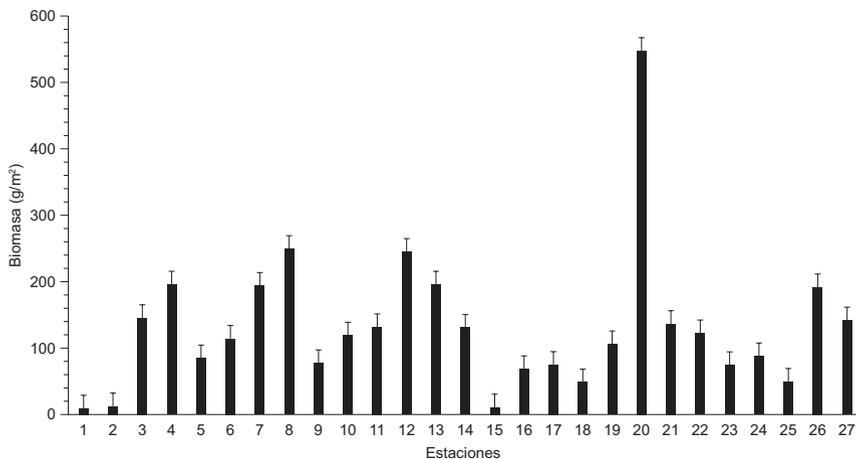
**Fig. 2.** Variación trimestral en los promedios de la biomasa de macroalgas registrados en la bahía de Boca del Río.

**Tabla 2.** Comparación de los promedios trimestrales para la biomasa total de macroalgas.

Trimestres	n	Promedio	Error Estándar	Rango	D
1	27	73,86	22,9656	25,43 - 116,87	
4	27	106,69	22,9656	54,42 - 145,86	
3	27	120,00	22,9656	62,26 - 153,70	
2	27	164,27	22,9656	116,35 - 180,79	

n = número de estaciones; D = prueba a posteriori Duncan ( $P < 0,05$ ). Línea vertical = Rango de la prueba de Duncan estadísticamente no significativos (medias similares).

En cuanto a la composición de la biomasa espacial, la prueba a posteriori Duncan ( $P < 0,05$ ) diferenció a la estación 20 ( $547,02 \text{ g/m}^2$ ) como la de mayor promedio, seguida de las estaciones 8 ( $244,76 \text{ g/m}^2$ ) y 12 ( $249,21 \text{ g/m}^2$ ), respectivamente (Fig. 3). Las estaciones 1 ( $8,47 \text{ g/m}^2$ ), 2 ( $12,21 \text{ g/m}^2$ ) y 15 ( $10,36 \text{ g/m}^2$ ) presentaron los menores promedios. En las estaciones de la 3 a la 27 se encontraron biomazas moderadas que oscilaron entre  $48,42$  y  $249,21 \text{ g/m}^2$  (Tabla 3).



**Fig. 3.** Variación estacional de los promedios de la biomasa de macroalgas registrados en la bahía de Boca del Río.

**Tabla 3.** Comparación de los promedios de biomasa total de macroalgas entre las estaciones.

Estaciones	Promedio	Error Estándar	Rango	D
1	8,47	47,544	86,18 - 103,12	
15	10,36	47,544	84,28 - 105,01	
2	12,21	47,544	82,43 - 106,86	
18	48,42	47,544	46,22 - 143,07	
25	49,25	47,544	45,40 - 143,90	
16	68,02	47,544	26,63 - 162,67	
23	74,31	47,544	20,34 - 168,96	
17	74,32	47,544	20,32 - 168,97	
9	77,51	47,544	17,14 - 172,16	
5	85,1	47,544	9,553 - 179,75	
24	87,41	47,544	7,240 - 182,06	
19	105,70	47,544	11,05 - 200,35	
6	113,84	47,544	19,18 - 208,49	
10	118,68	47,544	24,03 - 213,34	
22	122,2	47,544	27,61 - 216,92	
14	129,95	47,544	35,29 - 224,60	
11	131,6	47,544	36,94 - 226,25	
21	135,76	47,544	41,10 - 230,41	
27	141,63	47,544	46,97 - 236,28	
3	145,21	47,544	50,56 - 239,87	
26	191,49	47,544	96,83 - 286,14	

**Tabla 3.** Continuación.

Estaciones	Promedio	Error Estándar	Rango	D
7	193,28	47,544	98,63 - 287,93	
13	194,88	47,544	100,2 - 289,53	
4	195,24	47,544	100,5 - 289,89	
12	244,76	47,544	150,1 - 339,41	
8	249,21	47,544	154,5 - 343,86	
20	547,02	47,544	452,3 - 641,67	

D = prueba a posteriori Duncan ( $P < 0,05$ ). Línea vertical = Rango de la prueba de Duncan estadísticamente no significativos (medias similares). El número de casos en cada estación siempre es 4.

El análisis cluster, basado en la presencia y ausencia de las macroalgas bentónicas en la bahía de Boca del Río, separó dos grupos de estaciones. El grupo A incluyó el mayor número de estaciones (un total de 24), presentando 47% de similitud con respecto a la presencia-ausencia de las especies de macroalgas, adheridas a sustratos rocosos y arenosos-pedregosos, mientras que el grupo B integró el menor número de estaciones (un total de tres) con un porcentaje de similitud de 33%, que corresponde a la presencia-ausencia de taxones en sustratos con superficie arenosa y fango-arenosa (Fig. 4).

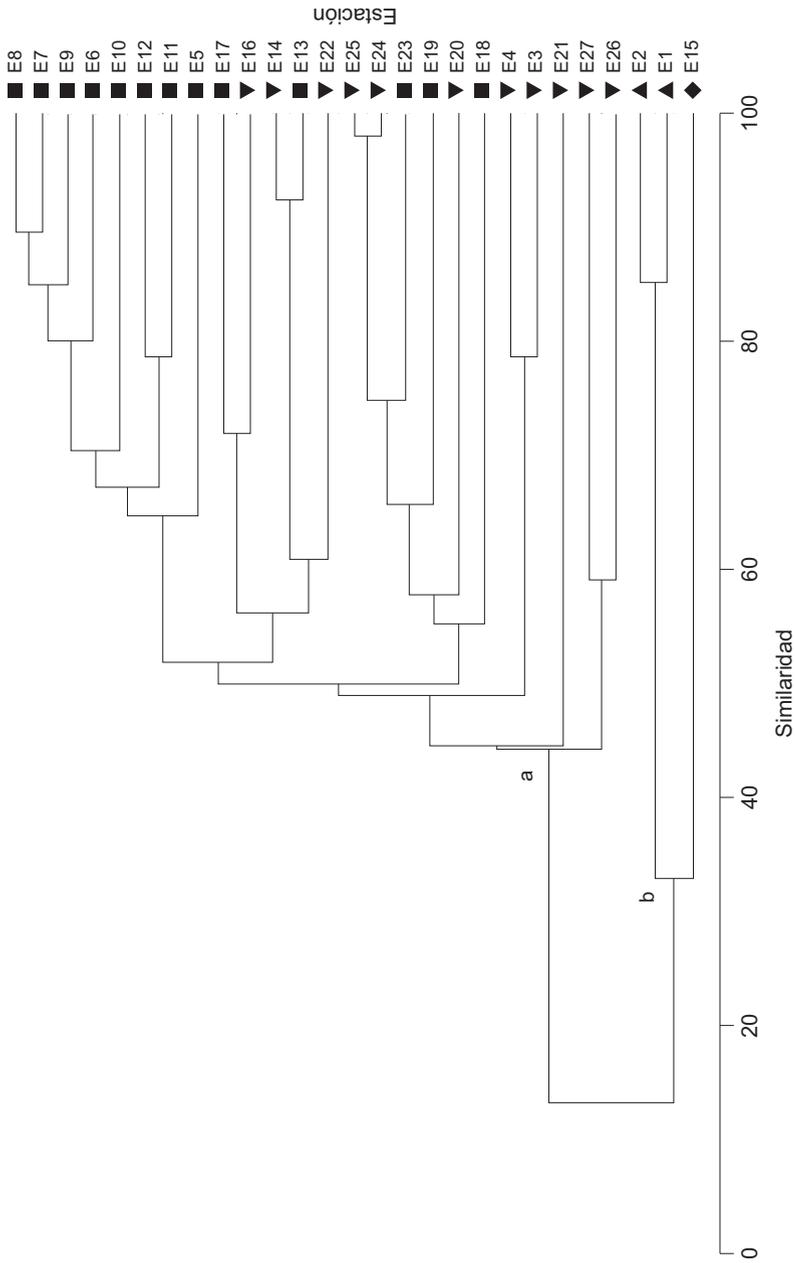
En la Fig. 5 se observa que el análisis cluster diferenció a cinco grupos de especies. El grupo A incluyó ocho especies de macroalgas, con 43% de similitud en cuanto a la presencia-ausencia de estos taxones en las estaciones afines. En este grupo, *P. trinitatis*, *B. pennata*, *H. valentiae* y *G. flicina* estaban asociadas al sustrato rocoso, *U. clathrata*, *G. bursa-pastoris* y *A. breviararticulatum* a sustratos tanto rocosos como arenoso-pedregoso, mientras que *C. catenata* únicamente se encontró adherida a sustrato arenoso-pedregoso.

El grupo B está constituido por 18 especies, con 37% de similitud en cuanto a la presencia-ausencia de estas especies en las estaciones afines. El grupo C (24%) incluyó 9 especies, los grupos D (9%) y E (4%) incluyeron a una especie, *Ceramium subtile* y *Halimeda opuntia*, respectivamente. La mayoría de las especies estuvieron asociadas al sustrato rocoso y arenoso-pedregoso (Fig. 5).

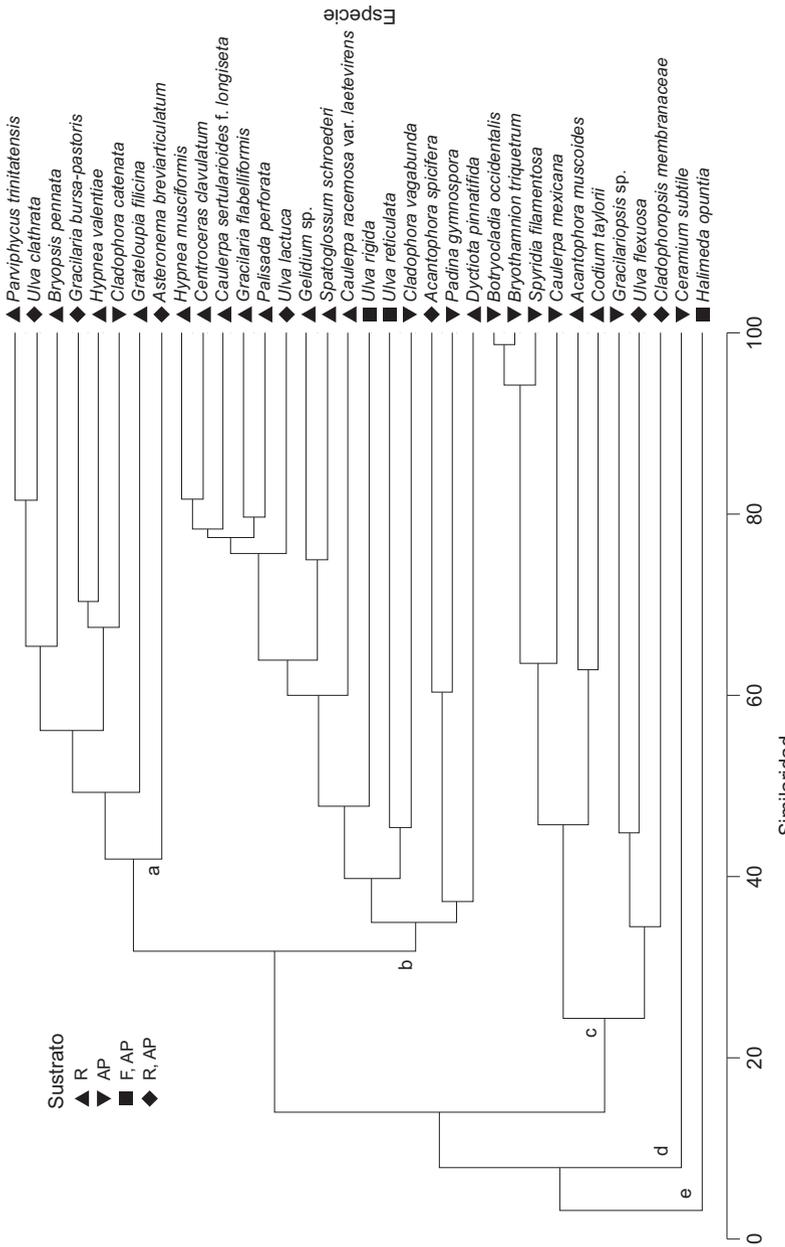
La distribución porcentual en cuanto a la cobertura de las especies por phylum evidenció una variación espacial y temporal para los taxones, quedando establecida de la siguiente manera:

### Chlorophyta

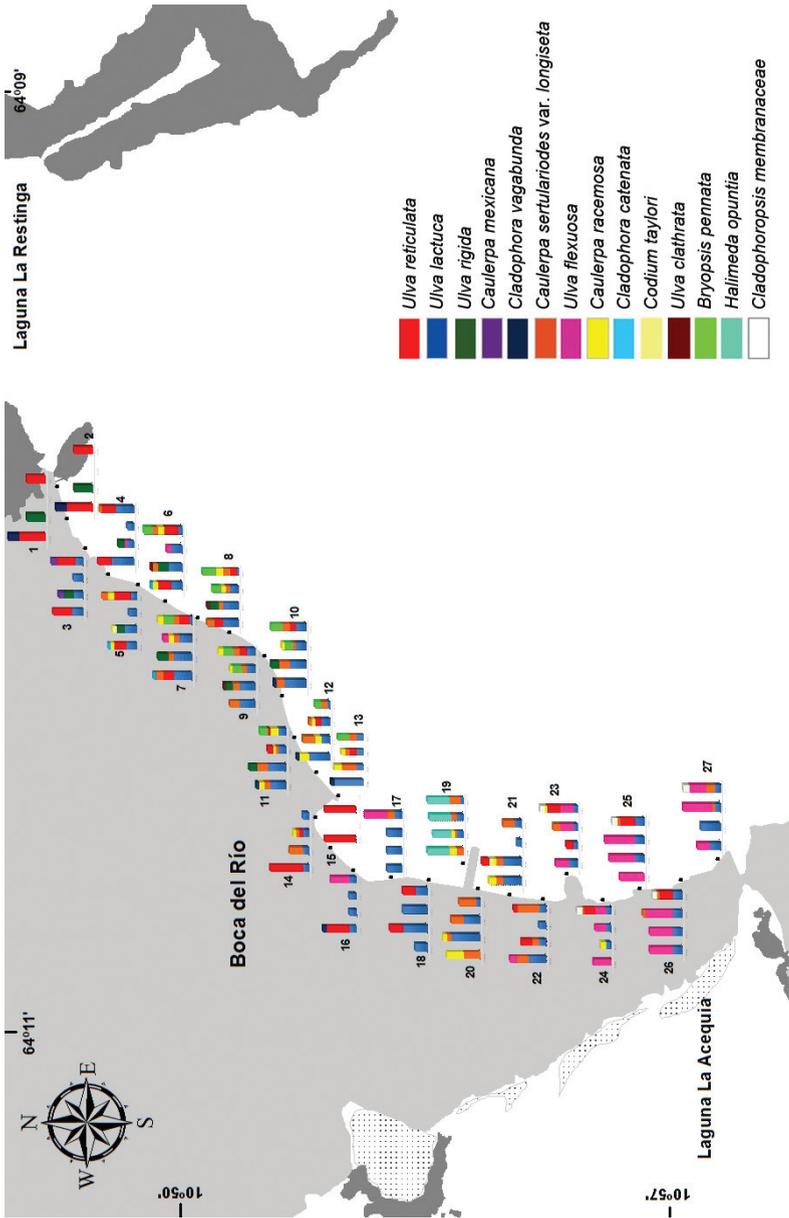
Durante el primer trimestre, la cobertura de macroalgas, en sus respectivas estaciones, estuvo constituida por ocho especies: *Ulva reticulata* (1-8, 14-16), *U. lactuca* (2-13, 15-27), *U. flexuosa* (22-27), *Caulerpa racemosa* var. *laetevirens* (5, 6, 11, 12, 19-21), *C. sertularioides* f. *longiseta* (7-11, 19-22), *Cladophora vagabunda* (10-13, 16), *C. catenata* (5-7) y *Halimeda opuntia* (19) (Fig. 6).



**Fig. 4.** Dendrograma de similitud entre las estaciones, basado en la presencia-ausencia de las especies asociadas al tipo de sustrato. ◆ = arenoso, ▲ = fangoso, ▼ = arenoso-pedregoso, ■ = rocoso.



**Fig. 5.** Dendrograma de similitud de las especies de macroalgas, basado en la presencia-ausencia de las estaciones asociadas al tipo de sustrato. A-F = arenoso-fangoso, F-A-P = fangoso-arenoso-pedregoso, A-P = arenoso-pedregoso y R = fcososo.



**Fig. 6.** Distribución espacio-temporal de las especies de macroalgas pertenecientes al phylum Chlorophyta durante los trimestres de estudio en el 2009. En los diagramas de barra cada columna representa la cobertura de los taxones por trimestre en cada estación.

En el segundo trimestre el número de taxones incrementó a doce con respecto al primer trimestre por la presencia en algunas estaciones de *Caulerpa mexicana* (3), *Ulva rigida* (1-11), *U. clathrata* (6, 8, 9) y *Codium taylorii* (5, 21). Sin embargo, la especie *Cladophora vagabunda* no se registró para este período (Fig. 6), mientras que en el tercer trimestre el número de taxones disminuyó a ocho por la ausencia de *Caulerpa mexicana*, *Cladophora catenata*, *C. vagabunda*, *Codium taylorii*, *Ulva clathrata* y *U. rigida*, aún cuando apareció la especie *Bryopsis pen-nata* (8-10) (Fig. 6).

En el cuarto trimestre del año se reporta una sola especie *Cladophoropsis membranacea* (24-27) y reaparece *Caulerpa mexicana* en la estación 3 (Fig. 6). Las especies permanentes en las respectivas estaciones durante el año de estudio fueron *Caulerpa sertularioides* f. *longiseta*, *C. racemosa* var. *laetevirens*, *Ulva lactuca*, *U. reticulata*, *U. flexuosa* y *Halimeda opuntia*.

### Heterokontophyta

Durante el primer trimestre del año la cobertura de las algas pardas en sus respectivas estaciones estuvo representada por dos especies, *Spatoglossum schroederii* (3-14, 20, 22-24) y *Dictyota pinnatifida* (13,14, 21-23) (Fig. 7).

En el segundo y tercer trimestre del año el número de especies en sus respectivas estaciones con cobertura de macroalgas incrementó a cuatro con respecto al primer trimestre por la presencia de *Asteronema breviaticulatum* (5-7) y *Dictyota pinnatifida* (14) con respecto al primer trimestre (Fig. 7); en el cuarto trimestre el número de especies disminuyó a dos en comparación con el segundo y tercer trimestre, debido a la ausencia de *Asteronema breviaticulatum* y *Padina gymnospora* (Fig. 7).

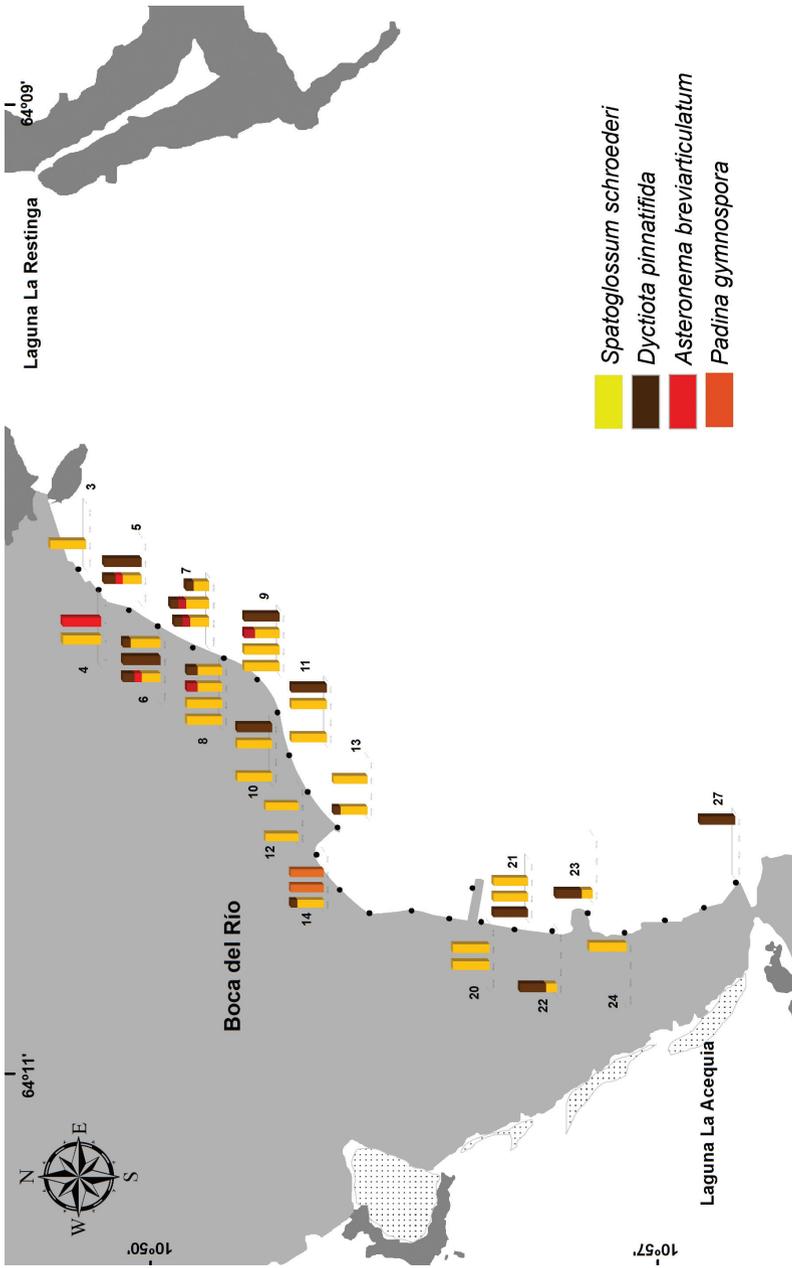
Las especies del phylum Heterokontophyta permanentes en la cobertura de macroalgas en sus respectivas estaciones durante el período de estudio fueron *Spatoglossum schroederii* y *Dictyota pinnatifida*, mientras que *Asteronema breviaticulatum* y *Padina gymnospora* estuvieron presentes en el segundo y tercer trimestre del año.

### Rhodophyta

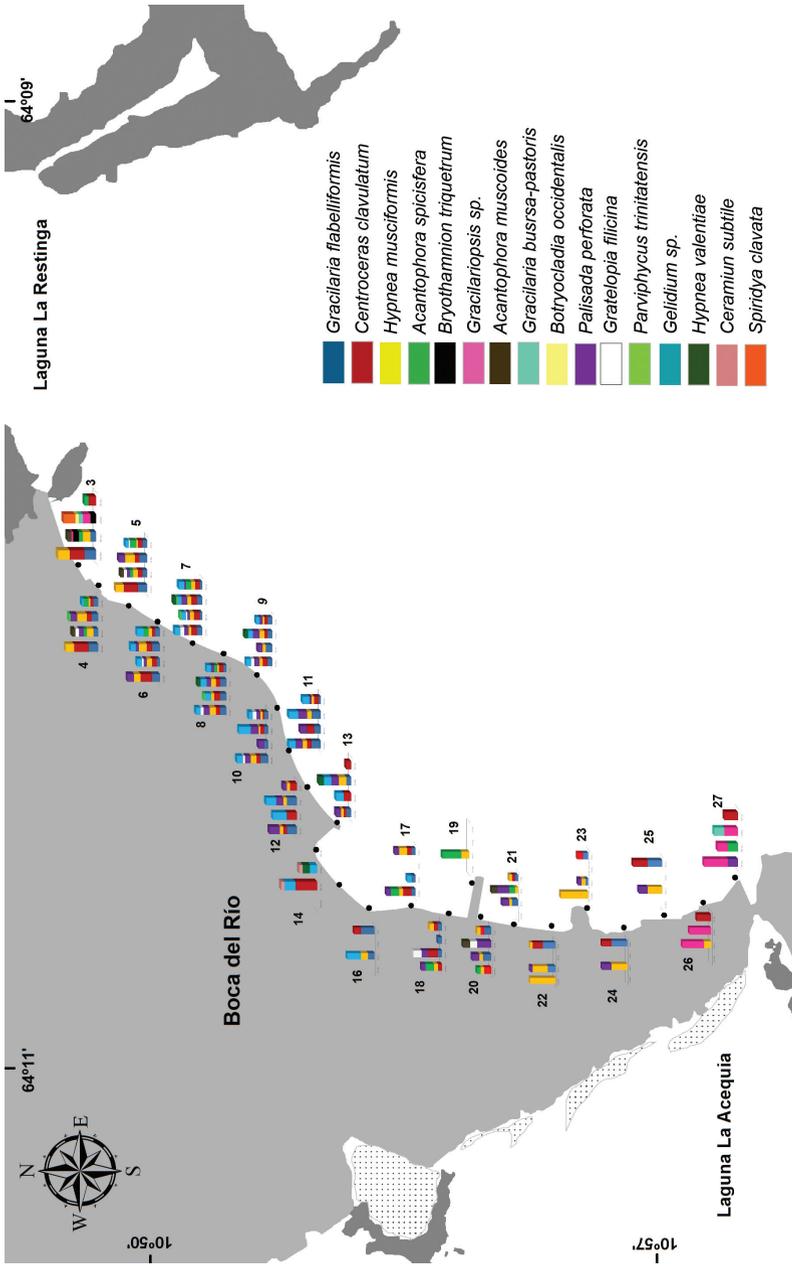
En el primer trimestre del año fueron registradas ocho especies del phylum Rhodophyta en sus respectivas estaciones con cobertura de macroalgas: *Gracilaria flabelliformis* (3-13, 17), *Centroceras clavulatum* (3-13, 17, 18, 20), *Hypnea musciformis* (3-13,17, 18, 20, 22, 23), *Palisada papillosa* (6-13, 17, 18, 27), *Grateloupia filicina* (7-10), *Gelidium* sp. (7-11), *Acanthophora spicifera* (17, 18, 20) y *Gracilariopsis* sp. (27) (Fig. 8).

En el segundo trimestre del año, además de las ocho especies encontradas en sus respectivas estaciones con cobertura de macroalgas durante el primer trimestre, se identificaron otras cuatro especies: *Acanthophora muscoides* (3-5), *Parvi-phyucus trinitatensis* (7-8), *Ceramium subtile* (14) y *Bryothanion triquetrum* (3) para un total de doce (Fig. 8).

El número de especies del phylum Rhodophyta identificadas en sus respec-



**Fig. 7.** Distribución espacio-temporal de las especies de macroalgas pertenecientes al phylum Heterokontophyta, durante los trimestres de estudio en el 2009. En los diagramas de barra cada columna representa la cobertura de los taxones por trimestre en cada estación.



**Fig. 8.** Distribución espacio-temporal de las especies de macroalgas pertenecientes al phylum Rhodophyta, durante los trimestres de estudio en el 2009. En los diagramas de barra cada columna representa la cobertura de los taxones por trimestre en cada estación.

tivas estaciones con cobertura de macroalgas en el primer y segundo trimestre incrementaron a 16 durante el tercer trimestre. Las especies adicionales fueron *Botryocladia occidentalis* y *Spyridia filamentosa* (3), *Hypnea valentiae* (7, 8, 9, 13, 14) y *Gracilaria bursa-pastoris* (3, 27) (Fig. 8), mientras que en el cuarto trimestre el número de especies en las estaciones con cobertura disminuyó a siete. Las especies ausentes fueron *Acanthophora muscoides*, *Gelidiella trinitatensis*, *Ceramium subtile*, *Botryocladia occidentalis*, *Spyridia filamentosa*, *Hypnea valentiae*, *Gracilariopsis* sp. y *Gracilaria bursa-pastoris* (Fig. 8).

Las especies permanentes del phylum Rhodophyta, en sus respectivas estaciones con cobertura de macroalgas, durante los cuatro trimestres del año fueron *Gelidium* sp., *Palisada perforata*, *Hypnea musciformis*, *Acanthophora spicifera*, *Grateloupia filicina*, *Gracilaria flabelliformis*. Es de resaltar que *Gracilariopsis* sp. estuvo presente en los tres primeros trimestres del año, mientras que *Acanthophora muscoides*, *Gelidiella trinitatensis*, *Ceramium subtile* y *Bryothanion triquetrum* en el segundo trimestre. Las especies que se encontraron en sólo un trimestre del año fueron *Centroceras clavulatum* (segundo trimestre), *Botryocladia occidentalis*, *Spyridia filamentosa*, *Hypnea valentiae* y *Gracilaria bursa-pastoris* (tercer trimestre).

## DISCUSIÓN

La composición porcentual de las 34 especies identificadas por phylum siguió el patrón de distribución Rhodophyta>Chlorophyta>Heterokontophyta, típico de ambientes tropicales y subtropicales, caracterizados por una alta riqueza y variedad de taxones, además es común para el resto de la costa venezolana y la costa caribeña (Díaz-Piferrer 1969; Vera 2000; Solé *et al.* 2010).

El orden Ceramiales presentó el mayor número de especies para el phylum Rhodophyta, las cuales estaban asociadas al sustrato rocoso. Estos resultados coinciden con los reportados por Jover *et al.* (2012), quienes estudiaron la variación espacial y temporal de las macroalgas en el mesolitoral rocoso de Aguadores-Baconao (Cuba), donde registraron la mayor diversidad de algas rojas para este orden en la superficie rocosa. Asimismo, estos autores señalan que el grupo de las Ceramiales presenta la mayor variedad de taxones dentro de las rodofitas y pueden colonizar con facilidad extensiones de sustrato duro en los sistemas marino-costero.

En cuanto al orden Ulvales del phylum Chlorophyta, las especies del género *Ulva* fueron las más dominantes. Barrios *et al.* (2003a), Moreira *et al.* (2003), Aguilera & Lunar (2009) y Fernández & Pérez (2009) señalan que las especies pertenecientes al género *Ulva* se distribuyen ampliamente en la franja marino-costera y crecen donde existen aportes de nutrientes, ya sea natural o producto de las actividades antrópicas. Es posible que por la cercanía de la bahía de Boca del Río a la laguna La Restinga y La Acequia, éstas aporten nutrientes que influyen en la distribución espacial y temporal de las macroalgas marinas. Pereira (2007) señala que el enriquecimiento del agua en la bahía de Boca del Río no sólo puede

deberse a este proceso, si no que existen otros factores que contribuyen con el aumento de nutrientes en la zona costera, como son los vertidos de aguas residuales provenientes del pueblo y de la laguna La Acequia aledaños a la bahía. García & Gómez (2004) coinciden con este autor, al afirmar que las descargas de aguas residuales adicionan materia orgánica rica en nitratos y fosfatos, siendo asimilados por las macroalgas para su crecimiento.

Dentro del phylum Heterokontophyta, el orden Dictyotales incluyó el mayor número de especies. Aguilera & Lunar (2009) y Guilarte (2010) indican que las especies pertenecientes a este orden poseen una distribución cosmopolita, abarcando las aguas subtropicales y templadas de Europa, mares pantropicales, continente australiano y archipiélago malayo. En Venezuela se distribuyen ampliamente tanto en la zona marino-costera insular como de tierra firme.

La mayor abundancia de biomasa registrada en la bahía de Boca del Río durante el segundo y tercer trimestre del año, posiblemente se debió al incremento de nutrientes a través del efecto de la surgencia. Muller-Karger & Valera (1990), Castro & Contreras (1992), Gómez (1996), Balladares *et al.* (1997) y Rivas *et al.* (2007) señalan que para las aguas superficiales del oriente de Venezuela, existen dos períodos de dominio del proceso de surgencia (marzo-mayo y julio-noviembre), con un lapso transicional (diciembre-febrero). Asimismo, Nuñez *et al.* (1998), Beltrán (2003), Cabrera *et al.* (2004), García & Gómez (2004) y Saad & Riosmena (2005) señalaron que las variaciones estacionales de la abundancia de las macroalgas que se encuentran en las zonas intermareales están afectadas por múltiples factores abióticos, entre los que se encuentra el fenómeno de surgencia, que incrementa los niveles de nutrientes inorgánicos (nitrito, nitrato y fosfato) en las aguas de los litorales costeros contribuyendo con el aumento de la productividad de las macroalgas marinas.

En la bahía de Boca del Río la mayoría de las especies de macroalgas permanentes presentaron afinidad por los sustratos rocosos y pedregosos. Santelices (1977) señala que la mayoría de las algas que son constantes en aparición y que habitan en sustratos de composición rocosa y pedregosa presentan un disco de fijación o háptero que permite adherirse a la superficie. Mendoza & Mateo-Cid (1996) afirman que las macroalgas pueden habitar diversos ambientes, sin embargo, la estructura física del sustrato, como dureza y grado de compactación favorecerían su distribución en los litorales costeros. Asimismo, Vera (1996), Nuñez *et al.* (1998) y García & Gómez (2004) coincidieron en afirmar que el mayor número de especies de macroalgas con alto nivel de similitud está presente en las localidades donde existan zonas rocosas. Cabrera *et al.* (2004) describieron la composición y estructura de las asociaciones algales en la bahía Nuevitas (Cuba), y observaron que la presencia de sistemas rocosos determina la distribución de los diferentes grupos taxonómicos funcionales, según las estructuras de fijación y morfología, existiendo una relación estrecha con el tipo de sustrato y el alga.

Los grupos de estaciones con menor porcentaje de similaridad basados en la presencia o ausencia de los taxones fueron en aquellas que presentaban sustrato

de tipo arenoso o arenoso-fangoso. Las especies asociadas a este tipo de sustrato tales como *Ulva reticulata* y *U. rigida*, no tenían estructuras de fijación ya que se observaron flotando en el agua. Accidentalmente, estuvieron presente especies con estructuras de fijación que utilizaban los residuos y desechos sólidos, producto de la actividad antrópica, para adherirse. Etcheverry (1986) y Águila *et al.* (2000) coinciden en señalar que la morfología de estas especies que no poseen disco de fijación facilita su adaptación a estos tipos de sustrato. El talo de tipo laminar permite flotar en la superficie o permanecer sumergidas en el fondo del agua.

La distribución espacio-temporal de las especies observada en la cobertura de las macroalgas en el litoral de la bahía de Boca del Río también podría estar relacionada con los factores físicos, tales como la emersión e inmersión y la tolerancia a la desecación, que se producen durante la amplitud de las mareas. Estos factores podrían causar sucesiones de especies a lo largo del gradiente de la zonación altitudinal del litoral (Choi & Young 2004). En este trabajo, las especies que se observaron frecuentemente en la zona intermareal fueron *Caulerpa sertularioides* f. *longiseta*, *C. racemosa* var. *laetevirens*, *Ulva reticulata*, *U. flexuosa* y *U. lactuca* del phylum Chlorophyta; *Centroceras clavulatum*, *Gelidium* sp., *Gracilaria flabelliformis*, *Palisada perforata*, *Hypnea musciformis*, *Acanthophora spicifera* y *Grateloupia filicina* del phylum Rhodophyta; mientras que *Halimeda opuntia* (phylum Chlorophyta) y *Spatoglossum schroederii* (phylum Heterokontophyta), permanecieron siempre sumergidas. Es de resaltar que las sustancias coloidales o hidrocoloides presentes en el talo de las algas rojas y pardas permiten mantener el equilibrio osmótico ante la desecación cuando están expuestas a la radiación solar (Izco *et al.* 2004).

Los cambios climáticos, incluyendo a los temporales, la acción del oleaje, la turbidez del agua y la amplitud de las mareas asociadas al nivel de insolación, tal vez sean los factores más importantes que influyeron en la reducción del número de especies en la cobertura del litoral de la bahía de Boca del Río, mientras que la variación térmica del agua, los nutrientes aportados por el fenómeno de surgencia y la escorrentía debido a las precipitaciones, contribuirían con el incremento de los taxones en la cobertura. Lee *et al.* (1991), Choi *et al.* (1994), Kim *et al.* (1998) y Kim (1999) señalaron que los cambios en la temperatura del agua y del aire, así como la radiación solar, la estabilidad del sustrato y los sedimentos suspendidos afectan a la cobertura de las macroalgas que habitan en el litoral costero. Sin embargo, Choi & Young (2004) afirman que no se pueden descartar los aspectos ecológicos como la competencia y la herbivoría que afectan a la distribución y producción espacio-temporal de las especies en la zona marino-costera.

## BIBLIOGRAFÍA

Acosta, N. 2010. Estudio ficoflorístico del litoral rocoso y fondos coralinos de bahía Charagato y las cabeceras, Isla de Cubagua, estado Nueva Esparta, Venezuela, durante el período enero-junio 2006. Tesis de Pre-

- grado. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta. Boca del Río, Venezuela.
- Águila, R., M. Casas, M. Cruz & R. Núñez. 2000. Variación estacional de la ficoflora en la laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, México. *Hidrobiologica* 10(2): 147-160.
- Aguilera, E. & L. Lunar. 2009. Inventario taxonómico, variación mensual y biomasa de macroalgas asociadas a sistemas de cultivo (long-line y jaulas flotantes) en la bahía de Charagato, Isla de Cubagua, estado Nueva Esparta-Venezuela, desde abril 2007 hasta marzo 2008. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta. Boca del Río, Venezuela.
- Aponte, M. 1985. Evaluación taxonómica de las algas de la costa noreste de la Isla de Margarita, Venezuela. Tesis de Maestría. Instituto Oceanográfico. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Balladares, C., P. Castellanos & F. Muller-Karger. 1997. Upwelling streams in the Venezuelan coast observed by NOAA Satellites. *Fourth Inter. Confer. on Remot. Sens. for Mar. and Coast. Envir. Orl. Flor.* EE.UU. 927-943.
- Barrios, J. & O. Díaz. 2005. Algas epífitas de *Thalassia testudinum* en el Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.* 39(1): 1-4.
- Barrios, J., B. Márquez & M. Jiménez. 2003a. Macroalgas asociadas a *Rhizophora mangle*, en el Golfo de Santa Fé, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.* (Cumaná) 42(1 y 2): 37-45.
- Barrios, J., S. Sant, E. Méndez & L. Ruíz. 2003b. Macroalgas asociadas a arrecifes coralinos en el Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Saber* 15(1 y 2): 28-32.
- Beltrán, M. 2003. Variación espacio-temporal de la ficoflora en la zona de bahía Tortugas a Malarrimo, B.C.S. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional.
- Cabrera, R., A. Moreira & A. Suárez. 2004. Variación en la composición y estructura de las asociaciones algales en la Bahía de Nuevitas, Costa NE de Cuba, Cuba. *Revista Invest. Mar.* 25(2): 133-142.
- Castro, A. & R. Contreras. 1992. Índices de surgencia costera inducida por el viento para la región nororiental de Venezuela. In: Piene, F. & J. Mendoza (eds.). *La sardina (Sardinella ciurita) su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela*, IRD Editions, Paris.
- Choi, T. & K. Young. 2004. Spatial pattern of Intertidal macroalgal assemblages associated with tidal levels. *Hidrobiología* 512: 49-56.
- Choi, S., Y. Kim, W. Lee & J. Kim. 1994. Marine algal flora and community structure of Uido Island West-Southern coast of Korea. *Korean J. Environm. Biol.* 12: 65-75.
- Clarke, B. & R. Gorley. 2010. PRIMER 6 & PERMANOVA+ V6. Paquete Estadístico PRMIER Enterprise. Reino Unido.
- Dawes, C. & A. Mathieson. 2008. *The seaweeds of Florida*. University Press of Florida. Gainesville, Florida.

- Díaz-Piferrer, M. 1969. Distribution of the marine benthic flora of the Caribbean Sea. *Caribbean J. Sci.* 9(3-4): 151-178.
- Etcheverry, H. 1986. *Algas marinas de Chile*. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe. ROSTLAC. Montevideo.
- Fernández, Y. & A. Pérez. 2009. Inventario taxonómico, análisis mensual de la riqueza y evaluación de la constancia de macroalgas asociadas a raíces de mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) en el Parque Nacional Laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta. Boca del Río, Venezuela.
- García, C. & G. Díaz. 2006. Dynamics of a macroalgal rocky intertidal community in the Colombian Caribbean. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 35: 7-18.
- García, M. & S. Gómez. 2004. Macroalgas bénticas marinas de la localidad Carmen de Uria, estado Vargas, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 27(1): 1-12.
- Guilarte, A. 2010. Variación espacio-temporal de la ficoflora macrobentónica en la bahía de Boca del Río, estado Nueva Esparta, Venezuela. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta. Boca del Río, Venezuela.
- Guilarte, A., J. Rodríguez & A. Velásquez. 2012. Estudio de la ficoflora macrobentónica de la bahía de Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 35(2): 203-218.
- Gómez, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21(3): 140-146.
- Hernández, E. 2012. Fenología y caracterización química de *Gracilaria flabelliformis* (phylum Rhodophyta) del litoral rocoso de la bahía de Boca del Río, estado Nueva Esparta, Venezuela. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta. Boca del Río, Venezuela.
- Izco, J., E. Barreno, M. Brugués, M. Costa, J. Devesa, F. Fernández, T. Gallardo, X. Llimona, C. Prada, S. Talavera & B. Valdés. 2004. *Botánica*. 2da Edición. McGraw-Hill, Interamericana. Madrid.
- Jover, A., L.M. Reyes, L.M. Gómez & A.M. Suárez. 2012. Variación espacial y temporal de las macroalgas del mesolitoral rocoso en Aguadores-Baconao, Cuba I: composición. *Revista Invest. Mar.* 32(1): 38-49
- Kim, Y. 1999. Vertical distribution and seasonality of intertidal macroalgae on the coast of Hawon-Pando, Southwestern Korea. *J. Korean Society. Oceanography* 34: 172-178.
- Kim, Y., T. Choi, S. Huh & D. Garbary. 1998. Seasonality and community structure of subtidal benthic algae from Daedo Island, Southern Korea. *Bot. Mar.* 41: 357-365.
- Lee, I., Y. Choi, G. Oh, J. Kim, K. Lee, Y. Kim & J. Yoo. 1991. Marine algal flora and community structure of Chongsando Island on the South sea of the Korea. *Korean J. Phycol.* 6: 131-143.
- Littler, D.S. & M.M. Littler. 2000. *Caribbean reef plants. An identification gui-*

- de to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics Inc., Washington, D.C.
- Littler, D., M. Littler & M.D. Hamsak. 2008. *Sumersed plants of the Indian River Lagoon. A floristic inventory and field guide*. Offshore Graphics Inc., Washington, D.C.
- Martínez, E. & Y. Marín. 2013. Ocurrencias de arribazones en algunas playas de la Isla de Margarita en el estado Nueva Esparta y su aprovechamiento para la elaboración de compost. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta. Boca del Río, Venezuela.
- Mendoza, C. & L. Mateo-Cid. 1996. Contribución al estudio de la ficoflora marina de la costa del estado de Chiapas, México. *Polibotánica* 2: 61-118.
- Moreira, A., M. Gómez, A. Suárez, A. León & M. Castellanos. 2003. Variación de la composición y abundancia de macroalgas en la bahía de Cienfuegos, Cuba. *Revista Invest. Mar.* 24(2): 83-94.
- Morón, M.A. & S. Ardito. 2010. Estudio ficológico del litoral rocoso de Isla Larga, Parque Nacional San Esteban, estado Carabobo, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 33(2): 167-185.
- Muller-Karger, F. & R. Valera. 1990. Influjo del río Orinoco en el mar Caribe: observaciones con el CZCS desde el espacio. *Mem. Soc. Ci. Nat. La Salle* 131-134(49-50): 361-390.
- Núñez, L., M. Casas, A. Mendoza & L. Mateo-Cid. 1998. Flora ficológica de la laguna San Ignacio, B.C.S. México. *Hidrobiológica* 8: 33-42.
- Pardo, P. & M. Solé. 2007. Flora marina de la península de Macanao, Isla de Margarita, Venezuela. I. Chlorophyta y Phaeophyceae, Isla de Margarita, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 30(2): 291-325.
- Pardo, P. & M. Solé. 2010. Flora marina de la península de Macanao, Isla de Margarita, Venezuela. II. Rhodophyta. *Acta Bot. Venez.* 33(2): 187-211.
- Pereira, J. 2007. Caracterización hidrográfica de la bahía de Boca del Río durante el período de marea alta (septiembre-noviembre 2006) y marea baja (marzo-mayo 2007). Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta. Boca del Río, Venezuela.
- Ramírez, R., F. Tuya, P. Sánchez-Jerez, C. Fernández-Gil, O. Bergasa, R. Haroun & J. Hernández-Brito. 2005. Estructura poblacional y distribución de los moluscos gasterópodos *Osilinus atrata* y *Osilinus sauciatus* en el intermareal rocoso de las islas Canarias (Atlántico Centro-Oriental). *Ci. Mar.* 31(4): 697-706.
- Rivas, T., J. Díaz, T. Troccoli, L. Charzeddine, S. Subero & A. Márquez. 2007. Variación diaria de algunas variables físico-químicas y de la biomasa del fitoplancton en una playa tropical, Cumaná, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. (Cumaná)* 46(1): 13-21.
- Saad, G. & R. Riosmena. 2005. Variación espacial y temporal de la riqueza florística de macroalgas en la zona rocosa de bahía Muertos, B.C.S. México. *Ci. Mar.* 9(26): 19-32.

- Salazar, M. 2012. Estudio ficológico del litoral rocoso de playa Guacuco en el estado Nueva Esparta, Venezuela, durante el periodo febrero 2010-febrero 2011. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta. Boca del Río, Venezuela.
- Santelices, B. 1977. *Ecología de algas marinas bentónicas*. Documento de la Dirección General de Investigaciones. Univ. Católica de Chile. Santiago de Chile.
- Solé, M. & P. Pardo. 2006. Contribución al conocimiento taxonómico de la ficoflora de la Isla de Margarita, estado Nueva Esparta. *Mem. Fund. La Salle Ci. Nat.* 165(66): 5-32.
- Solé, M., C. Juan & J. Gutiérrez. 2010. Macroalgas marinas del norte de la península de Macanao, Isla de Margarita, Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Ci. Nat.* (1): 173-174.
- StatPoint Technologies, Inc. 2009. Statistical Analysis and Data Visualization Software (STATGRAPHICS Centurion XV). Washington D.C. USA.
- Velásquez-Boadas, A. & J. Rodríguez. 2012. Catálogo de macroalgas y macrófitas acuáticas del estado Nueva Esparta, Venezuela. *Rev. Eco CRIA*, Edición Especial 12-13(1): 1-145.
- Vera, B. 1996. Registro ficoflorístico de la localidad de El Cusuy, Litoral Central de Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 19(2): 39-46.
- Vera, B. 2000. Estudio ficoflorístico de la región oriental del Litoral Central de Venezuela, estado Vargas, Venezuela. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Wynne, M.J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia* 140: 1-16.

