

# Diversidad trófica de moluscos asociados a macroalgas en el sublitoral de la bahía de Santiago de Cuba

## Trophic diversity of the mollusks associated to macroalgae in the sublittoral of the Santiago de Cuba bay

Asiel Cabrera-Guerrero<sup>1</sup> & Abdiel Jover-Capote<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Grupo Científico Estudiantil de Ecología Marina (EcoMar) "Dra. María Elena Ibarra Martín", Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Patricio Lumumba s/n, Santiago de Cuba, Cuba. CP: 90 500.

<sup>2</sup>Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Patricio Lumumba s/n, Santiago de Cuba, Cuba. CP: 90 500.

\*Autor corresponsal, e-mail: ajover@uo.edu.cu

### Resumen

La complejidad morfológica de las macroalgas propicia la abundancia y diversidad de los invertebrados bentónicos. En el presente trabajo se caracteriza la variación espacial de la diversidad trófica de moluscos asociados a macroalgas en el sublitoral de la bahía de Santiago de Cuba y se evalúa la relación entre la composición, riqueza específica y complejidad estructural de las macroalgas con la diversidad trófica del ensamble de moluscos. En seis localidades se ubicaron tres transectos y se muestrearon las algas y moluscos asociados dentro de cuatro cuadrantes de 0,625 m<sup>2</sup>. Los grupos morfofuncionales de macroalgas más abundantes y de amplia distribución en el sublitoral fueron las foliosas, filamentosas y corticadas. Asociados a estos grupos se identificó una fauna de moluscos dominada por especies herbívoras y carnívoras. El estudio de diversidad trófica mostró un gradiente de distribución de menor abundancia desde zonas interiores de la bahía hacia el exterior. La mayor diversidad trófica se registró en el área exterior donde se presenta diversidad de grupos morfofuncionales de algas y hay un mejor intercambio con aguas abiertas. La abundancia y diversidad funcional de los ensambles de moluscos sublitorales herbívoros y suspensívoros está modulada por la distribución de las macroalgas.

**Palabras clave:** variación espacial, riqueza trófica, herbívoros, carnívoros, suspensívoros, grupos morfofuncionales.

### Abstract

The morphological complexity of macroalgae favors the abundance and diversity of benthic invertebrates. In the present work, we characterized the spatial variation of the trophic diversity of mollusks associated with macroalgae in the sublittoral of the Santiago de Cuba bay and the relationship between the composition, specific richness and structural complexity of the macroalgae with the trophic diversity of the mollusk assembly. In six locations three transects were located and associated algae and mollusks were sampled within four quadrants of 0.625 m<sup>2</sup>. The morphofunctional groups of macroalgae more abundant and of wide distribution in the sublittoral were the foliose, filamentous and corticated. Associated with these groups was a mollusk fauna dominated by herbivorous and carnivorous species. The study of trophic diversity showed a distribution gradient of lower abundance from interior areas of the bay to the outside. The greatest trophic diversity was recorded in the outer area where there is a diversity of algae morphological groups and there is a better exchange with open waters. The abundance and functional diversity of the assemblages of sublittoral herbivorous mollusks and suspensivores is modulated by the distribution of macroalgae.

**Key words:** Spatial variation, trophic richness, herbivores, carnivores, suspensivores, morphofunctional groups.

## Introducción

La estimación de la diversidad específica a través de los índices basados en la riqueza de especies y la equitatividad en una comunidad puede variar bajo diferentes escenarios ambientales (Patricio *et al.*, 2009). En la actualidad los estudios cuantitativos sobre la biodiversidad en ecosistemas marinos abordan la diversidad taxonómica y funcional. En estos ecosistemas, las especies relacionadas taxonómicamente tienden a converger en el uso de recursos (dieta), uso del microhábitat y respuestas conductuales o efectos (Webb *et al.*, 2002; Losos, 2008). Además, estas especies forman grupos funcionales que incluyen especies con un efecto cualitativamente similar en algunos o múltiples procesos ecosistémicos (Díaz *et al.*, 2001; Fonseca & Ganade, 2001; Chalcraft & Resetarits, 2003).

Los lechos de macroalgas marinas son importantes generadores de hábitats que albergan una increíble biodiversidad, proporcionando comida y refugio para la vida marina (Graham, 2004; Graham *et al.*, 2007), por lo que es utilizado por fauna epibionte y algas epífitas, así como también animales móviles (moluscos, decápodos, peces), conformando comunidades con una organización compleja (Christie *et al.*, 2009). Por tanto, la diversidad trófica de muchas especies, incluyendo moluscos, dependen para su subsistencia de los epibiontes asociados a estos hábitats (Capelo *et al.*, 2014).

La forma del alga (complejidad estructural) es un factor importante para el establecimiento de la biota asociada. Se ha planteado la hipótesis de que una mayor complejidad estructural implica una mayor biodiversidad de las especies asociadas (Bates & DeWreede, 2007; Unsworth *et al.*, 2007; Bates, 2009). No obstante, esta relación no es lineal ya que existe un umbral de complejidad por encima del cual se origina una relación inversa entre la estructura del hábitat y la biodiversidad (Kelaher & Castilla, 2005).

En el Caribe pocos estudios abordan la malacofauna asociada a macroalgas (Quirós-Rodríguez & Hernando-Campos, 2013; Fernández *et al.*, 2014; Capelo *et al.*, 2014). En Cuba solo existen estudios puntuales enfocados a estudiar la composición y abundancia de la malacocenosis (Lalana *et al.*, 1989; Areces *et al.*, 1992; Olivera & Guaimares, 2012; Jover *et al.*, 2014). En la actualidad no hay registros de trabajos relacionados con la diversidad trófica de moluscos asociados a macroalgas submareales. La presente investigación tiene como objetivo caracterizar la variación espacial de la diversidad trófica de los moluscos

asociados a macroalgas en el sublitoral de la bahía de Santiago de Cuba. Además, se analiza la relación entre la composición, riqueza específica y complejidad estructural de las macroalgas con la diversidad trófica del ensamble de moluscos.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

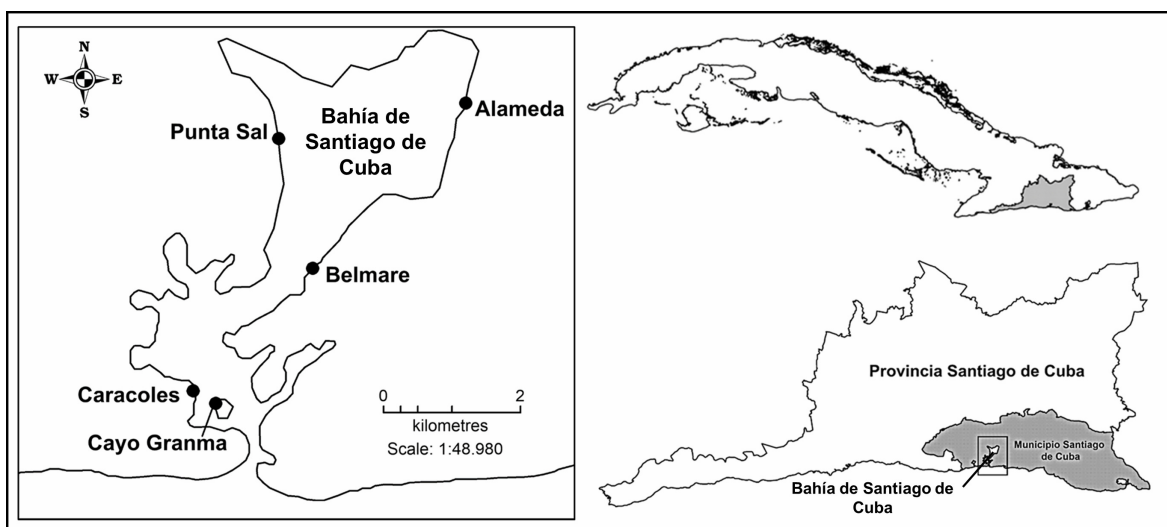
La bahía de Santiago de Cuba se ubicada al sureste de la isla y presenta una entrada estrecha. Se ubica al suroeste de la ciudad de igual nombre, en la costa suroriental en el mar Caribe (Areces, 2002). Presenta un largo, ancho y profundidad máxima de 8 km, 2,4 km y 15 m respectivamente. En su interior se destacan diversos accidentes como ensenadas, puntas y cayos (Comisión Nacional de Nombre Geográficos, 2000). El trabajo se realizó en seis localidades de estudio: Alameda (20°1'10.35'' N; 75°50'14.5'' O), Punta Sal (20°0'31.75'' N; 75°51'10.35'' O), Belmare (20°0'7.23'' N; 75°51'9.81'' O), Caracoles (19°58'40.02'' N; 75°52'47.84'' O), La Estrella (19°58'10.89'' N; 75°52'96.18'' O) y Cayo Granma (19°58'33.84'' N; 75°52'29.99'' O) (Fig. 1). Para la selección de las localidades se tomó como criterio el gradiente de calidad de las aguas existente en el ecosistema (Gómez *et al.*, 2001).

### Muestreo

La recolecta se realizó entre febrero y mayo de 2007, periodo que corresponde a la temporada seca (febrero-abril) y a la de transición (mayo). En cada localidad se situaron tres transectos paralelos de 5 m a 1,5 m de la línea de costa (Prathep, 2005). En los mismos se ubicaron de manera aleatoria las unidades de muestreo (UM), tres cuadrantes metálicos de 25 cm de lado, área mínima empleada en estudios de la malacofauna y macroalgas en la región (Gómez *et al.*, 2012; Jover *et al.*, 2014). En cada cuadrante se identificaron *in situ*, siempre que fue posible, las especies de algas y moluscos. Las especies no identificadas se recolectaron para su posterior identificación en el laboratorio. Para la identificación de las macroalgas se usaron claves y esquemas de varios autores (Littler & Littler, 2000; Littler *et al.*, 2008; Dawes & Mathieson, 2008). Para la elaboración de la lista de especies se siguió el ordenamiento taxonómico de Suárez *et al.*

(2015). La complejidad estructural de las macroalgas se determinó a partir de los grupos morfofuncionales establecidos por Littler & Littler (1980). En la determinación de las especies de moluscos se utilizó bibliografía especializada (Warmke & Abbott, 1961; Abbott, 1974; de Jong & Coomans, 1988; Espinosa *et al.*, 2006; 2007; 2012). La confección de la lista y legitimación de los nombres de los grupos taxonómicos se realizó según el Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS, 2017) para los moluscos y AlgaBase

(Guiry & Guiry, 2017) para las algas. Para cada una de las especies de moluscos identificadas se determinó el modo de vida y de alimentación según las categorías sugeridas por Todd (2001). Estas categorías consideran, en el caso de los bivalvos, la ubicación en el sustrato y forma de fijación al mismo, movilidad, tipo de alimento que consume y forma de obtención del mismo. Para los gasterópodos y poliplacóforos considera el nivel trófico y tipo de alimento.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de las localidades de muestreo para moluscos asociados a macroalgas en el subltoral de la bahía de Santiago de Cuba.

**Figure 1.** Geographic location of sampling sites for mollusks associated with macroalgae in the subtidal area of the bay of Santiago de Cuba.

### Análisis de los datos

Para cada localidad se determinó la riqueza de especies de macroalgas por grupo morfofuncional, dado por el número de taxones pertenecientes a cada grupo. La riqueza trófica se determinó como el número de especies de moluscos pertenecientes a cada uno de los nichos tróficos. La abundancia trófica se calculó como el número de individuos de moluscos de cada nicho trófico entre el total de individuos recolectados en la localidad.

Para determinar la diversidad funcional de los moluscos del mesolitoral rocoso se empleó el índice de diversidad trófica (IDT) (Herrera, 1976). El mismo se calculó para cada muestreo como  $1-IDT$  según lo propuesto por Danovaro *et al.* (2009), en donde IDT se determina como:

$IDT = g1^2 + g2^2 + \dots + gn^2$ . Donde,  $g$  es la abundancia relativa de un grupo trófico y  $n$  es el número de grupo tróficos.

Para explorar las principales tendencias de la relación entre la composición de las macroalgas y la diversidad trófica de los moluscos se aplicó un análisis de correspondencia canónica (ACC). Esta prueba de ordenación es una técnica de análisis directo de gradiente (ter Braak & Verdonshot, 1995; Legendre & Legendre, 2012). Para este fin, se utilizó una matriz de presencia de las macroalgas por localidad, y una matriz de datos de abundancia proporcional por grupos tróficos. El ACC se realizó en el programa PC-ORD 4.0 para Windows (McCune & Mefford, 1997).

La asociación entre la complejidad estructural de las macroalgas y la riqueza y abundancia trófica de la malacofauna se analizó mediante la prueba de Mantel. A partir de la comparación de dos matrices de similitud se realizó una prueba simple y cuya significación se obtuvo por permutaciones (999999) de las filas y las columnas de la matriz original. La significación estadística de cada escala fue detectada con el empleo de 999999 permutaciones ( $p < 0,05$ ). El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico PAST v3.1 (Hammer *et al.*, 2001).

## Resultados

Las macroalgas recolectadas en el sublitoral somero de la bahía de Santiago de Cuba se agruparon en seis grupos morfofuncionales (Tabla 1). Las algas filamentosas y corticadas fueron las más abundantes, cada una dando cuenta del 35% de las especies. Luego le siguieron las foliosas (18%), coriáceas (9%) y por último las calcáreas articuladas (3%). Entre las rodofíceas las algas coriáceas fueron dominantes con un 86% y en las clorofíceas las filamentosas con un 53%. Entre las algas verdes se evidenció la mayor variedad de tipos morfológicos con cuatro de los seis encontrados.

**Tabla 1.** Grupos morfofuncionales de las macroalgas del sublitoral de la bahía de Santiago de Cuba. \*Indica nuevos reportes para región suroriental. Fil= filamentosas; Cot= corticada; Cor= coriácea; Fol= foliosa; Cal= calcárea articulada.

**Table 1.** Morphofunctional groups of the sub-coastal macroalgae of the bay of Santiago de Cuba. \* Indicates new reports for southeast region. Fil= filamentous; Cot= corticated; Cor= coriaceous; Fol= foliose; Cal= articulated calcareous.

| Especie   | Grupo |
|---|-------|
| <b>Rhodophyta</b>                               |       |
| <i>Centroceras</i> sp. Kützing                  | Fil   |
| <i>Ceramium cimbricum</i> H. E. Petersen        | Fil   |
| <i>Acanthophora muscoides</i> * (Linnaeus) Bory | Cot   |
| <i>A. spicifera</i> (M. Vahl) Børgesen          | Cot   |

**Tabla 1.** (Continuación).

| Especie  | Grupo |
|--|-------|
| <i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V. Lamouroux  | Cot   |
| <i>H. spinella</i> (C. Agardh) Kützing   | Cot   |
| <i>H. valentiae</i> (Turner) Montagne  | Cot   |
| <i>Gracilaria blodgettii</i> Harvey  | Cot   |
| <i>G. cervicornis</i> (Turner) J. Agardh   | Cot   |
| <i>G. damaecornis</i> J. Agardh  | Cot   |
| <i>G. domingensis</i> (Kützing) Sonder ex Dickie   | Cot   |
| <i>G. mamillaris</i> * (Montagne) M. Howe  | Cot   |
| <i>Gracilariopsis carolinensis</i> * Liao & Hommersand   | Cot   |
| <i>Ceratodictyon intricatum</i> (C. Agardh) R.E. Norris  | Cot   |
| <b>Heterokontophyta</b>  |       |
| <i>Padina gymnospora</i> (Kützing) Sonder  | Cor   |
| <i>P. pavonica</i> (Linnaeus) Thivy in W.R. Taylor   | Cor   |
| <i>Stytopodium zonale</i> (J.V. Lamouroux) Papenfuss   | Fol   |
| <i>Feldmannia mitchelliae</i> (Harvey) H. -S. Kim  | Fil   |
| <i>Rosenvingea intricata</i> (J. Agardh) Børgesen  | Fil   |
| <b>Chlorophyta</b>   |       |
| <i>Ulva chaetomorphaoides</i> * (Børgesen) Hayden, Blomster, Maggs, P.C. Silva, Stanhope & Waaland | Fol   |
| <i>U. flexuosa</i> Wulfen  | Fol   |
| <i>U. flexuosa</i> ssp. <i>paradoxa</i> (C. Agardh) M.J. Wynne                                     | Fol   |
| <i>U. intestinalis</i> Linnaeus  | Fol   |
| <i>U. lactuca</i> Linnaeus   | Fol   |
| <i>U. rigida</i> C. Agardh   | Fol   |
| <i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing  | Fil   |
| <i>C. linum</i> (O.F. Müller) Kützing  | Fil   |
| <i>Cladophora albida</i> * (Nees) Kützing  | Fil   |
| <i>C. catenata</i> (Linnaeus) Kützing  | Fil   |
| <i>C. prolifera</i> (Roth) Kützing   | Fil   |
| <i>Rhizoclonium riparium</i> * (Roth) Kützing ex Harvey  | Fil   |
| <i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh   | Fil   |
| <i>B. ramulosa</i> * Montagne  | Fil   |
| <i>Caulerpa sertularioides</i> (S.G. Gmelin) M. Howe, 1905   | Cor   |
| <i>Acetabularia schenckii</i> Möbius   | Cal   |

La distribución de los grupos morfofuncionales de macroalgas mostró una marcada variación espacial (Tabla 2). Los grupos que se consignaron en más del 50% de las localidades de muestreo fueron las algas corticadas (66%), las filamentosas (83%) y las foliosas (100%). Las mayores variedades de grupos se encuentran en las

localidades con predominio de fondos rocosos como Caracoles, Punta Sal y Cayo Granma. En las localidades de la Estrella, Alameda y Belmare caracterizadas por el predominio de fondos arenosos y fangosos se encontró la menor riqueza de grupos morfofuncionales de macroalgas.

Se adicionan a la flora de macroalgas de la costa suroriental de Cuba *Acanthophora muscoides*, *Gracilaria mammillaris*, *Gracilariopsis carolinensis*, *Ulva chaetomorphoides*, *Cladophora albida*, *Rhizoclonium riparium* y *Bryopsis ramulosa*.

**Tabla 2.** Distribución espacial de la riqueza de los grupos morfofuncionales de las macroalgas del sublitoral en la bahía de Santiago de Cuba.

**Table 2.** Spatial distribution of the richness of the morphofunctional groups of the sub-coastal macroalgae in the bay of Santiago de Cuba.

| Grupo morfofuncional | Localidades |           |             |         |          |             |
|----------------------|-------------|-----------|-------------|---------|----------|-------------|
|                      | Punta Sal   | Caracoles | La Estrella | Alameda | Belmares | Cayo Granma |
| Foliosas             | 4           | 5         | 1           | 2       | 2        | 2           |
| Filamentosas         | 6           | 4         | 3           | 2       | -        | 3           |
| Corticadas           | 10          | 9         | 3           | -       | -        | 6           |
| Coriáceas            | 3           | 2         | -           | -       | -        | 3           |
| Calcárea articulada  | 1           | -         | -           | -       | -        | 1           |

La malacofauna asociada a las macroalgas en el sublitoral somero de la bahía de Santiago de Cuba pertenece a las clases Gastropoda y Bivalvia, cuyos integrantes se agruparon en ocho grupos tróficos (Tabla 3). Los gasterópodos fueron los de mayor abundancia y diversidad trófica, dominando las especies con nicho trófico herbívoro omnívoro (22,1%), herbívoro micrófago (17,5%) y los carnívoros depredadores (19,0%). Los bivalvos representaron el 38,0% de la abundancia total (Tabla 4). Además, dentro de esta clase, el nicho trófico más abundante fue el de los suspensívoros que viven sin fijarse en la infauna, con un 24,1%.

**Tabla 3.** Nichos tróficos de los moluscos asociados a las macroalgas del sublitoral de la bahía de Santiago de Cuba. CB= carnívoros ramoneadores; CP= carnívoros depredadores; EICS= Epifaunal, inmóvil, cementado suspensívoro; IMSS= Infaunal, móvil, sin fijar, suspensívoro; HM= herbívoros micrófagos; HO= herbívoros omnívoros; HR = herbívoros en rocas; SUEPI= Epifaunal, móvil, suspensívoro.

**Table 3.** Trophic niches of mollusks associated with the sublittoral macroalgae Bay Santiago de Cuba. CB=browsing carnivores; CP= predatory carnivores; EICS= epifaunal, immobile, cemented, suspension feeder;

EMSS= infaunal, mobile, unattached, suspension feeder; HM= herbivores on fine-grained; HO= herbivores omnivores; HR= herbivores on rock; SUEPI= epifaunal, mobile, suspension feeder.

| Lista de especies                               | Grupo trófico |
|---|---------------|
| <b>Gastropoda</b>                               |               |
| <i>Cittarium pica</i> (Linné, 1758)             | HR            |
| <i>Tegula fasciata</i> (Born, 1778)             | HR            |
| <i>Nerita tessellata</i> Gmelin, 1791           | HO            |
| <i>Puperita pupa</i> (Linné, 1758)              | HO            |
| <i>Neritina virginea</i> (Linné, 1758)          | HO            |
| <i>Cerithium litteratum</i> (Born, 1778)        | HM            |
| <i>Cerithium lutosum</i> Menke, 1828            | HM            |
| <i>Eustrombus gigas</i> (Linné, 1758)           | HO            |
| <i>Cymatium</i> sp. Röding, 1798                | CP            |
| <i>Cerithiopsis flava</i> (C. B. Adams, 1850)   | CB            |
| <i>Melongena melongena</i> (Linné, 1758)        | CP            |
| <i>Nassarius vibex</i> (Say, 1822)              | CP            |
| <b>Bivalvia</b>                                 |               |
| <i>Crassostrea rhizophorae</i> (Guilding, 1828) | EICS          |
| <i>Scapharca chemnitzii</i> (Philippi, 1851)    | SUEPI         |
| <i>Chione cancellata</i> (Linnaeus, 1767)       | IMSS          |

**Tabla 4.** Riqueza de especies (S), número de individuos (N) y porcentaje de especies (%) por cada nicho trófico de los moluscos asociados a las macroalgas sublitorales en la bahía de Santiago de Cuba. CB= carnívoros ramoneadores; CP= carnívoros depredadores; EICS= Epifaunal, inmóvil, cementado suspensívoro; IMSS= Infaunal, móvil, sin fijar, suspensívoro; HM= herbívoros micrófagos; HO= herbívoros omnívoros; HR= herbívoros en rocas; SUEPI= Epifaunal, móvil, suspensívoro.

**Table 4.** Species richness (S), number of specimens (N) and percentage of species (%) by trophic niches of mollusks associated with subtidal macroalgae in the bay of Santiago de Cuba. CB= browsing carnivores; CP= predatory carnivores; EICS= epifaunal, immobile, cemented, suspension feeder; IMSS= infaunal, mobile, unattached, suspension feeder; HM= herbivores on fine-grained; HO= herbivores omnivores; HR= herbivores on rock; SUEPI= epifaunal, mobile, suspension feeder.

| Nichos tróficos   | S         | N          | %          |
|-------------------|-----------|------------|------------|
| <b>Bivalvia</b>   |           |            |            |
| EICS              | 1         | 28         | 7,10       |
| SUEPI             | 1         | 25         | 6,34       |
| IMSS              | 1         | 95         | 24,1       |
| <b>Gastropoda</b> |           |            |            |
| HR                | 2         | 13         | 3,29       |
| HO                | 4         | 87         | 22,08      |
| HM                | 2         | 69         | 17,5       |
| CP                | 3         | 75         | 19,03      |
| CB                | 1         | 2          | 0,50       |
| <b>Total</b>      | <b>15</b> | <b>394</b> | <b>100</b> |

La riqueza y diversidad trófica mostraron variación espacial marcada entre las localidades de muestreo (Tabla 5). En Alameda no se consignaron moluscos asociados a macroalgas en el submareal somero. Los gasterópodos herbívoros presentaron una amplia distribución pues se encontraron en las tres zonas de la bahía en cuatro de las seis localidades. Dentro de este grupo los herbívoros micrófagos mostraron valores de abundancia superiores al 11.0% en todas las localidades consignadas. Los moluscos carnívoros también presentaron variación entre las localidades de muestreo (Tabla 5). Los carnívoros depredadores fueron los que presentaron una mayor distribución, encontrándose en cuatro de las seis localidades. Sin embargo, las especies de bivalvos suspensívoros

que viven en la infauna y son móviles fueron los de mayor distribución y abundancia.

Los mayores valores de diversidad trófica se determinaron en las localidades de Punta Sal (0,753) y Caracoles (0,752) (Tabla 5), asociado a la mayor riqueza de grupos morfofuncionales de algas y al predominio de un sustrato rocoso en estas localidades. Por su parte, La Estrella, a pesar de que se registraron tres de los seis grupos morfofuncionales de macroalgas, fue la localidad con menor índice de diversidad trófica (0,395). Este fenómeno se asocia a la homogeneidad presente en el área pues posee un fondo arenoso dominado por *Thalassia testudinum* Banks ex König.

El análisis de correspondencia canónica evidenció que el eje 1 explicó la mayor parte de la variación de la composición de macroalgas en relación con la abundancia de herbívoros (0,448), carnívoros (0,339) y suspensívoros (0,422) (Tabla 6). Los grupos tróficos que más explican la variación fueron los herbívoros y los suspensívoros con un 27% y 26% de la varianza explicada. Por su parte la prueba de Mantel confirma que la distribución de las macroalgas está relacionada con la de los grupos tróficos de los moluscos en el submareal somero de la bahía de Santiago de Cuba (Mantel,  $r = 0,678$ ,  $p = 0,0465$ ). Además, la asociación que se establece es positiva ( $t = 1,9925$ ).

## Discusión

El predominio de las algas filamentosas y las corticadas en la bahía de Santiago de Cuba pudiera estar dado por las características del hábitat, el cual se caracteriza por la presencia de fondos rocosos con abundancia de fangos y sustratos no consolidados. En investigaciones realizadas en otras bahías de Cuba como Nuevititas (Cabrera *et al.*, 2004) y Cienfuegos (Moreira *et al.*, 2003; 2006) se evidencia un comportamiento semejante. Además, la profundidad e irradiación solar que tienen las localidades de muestreo favorecen la proliferación de estos grupos morfofuncionales. Estas algas se distinguen por altos valores de productividad y capacidad fotosintética (Littler & Littler, 1984; Avila *et al.*, 2013).

Las nuevas adiciones se corresponden a las escasas investigaciones de la flora de macroalgas en ecosistemas marinos sublitorales en la costa suroccidental de Cuba. Suárez *et al.* (2015) señalan que esta es la zona menos explorada desde el punto de

vista ficológico. Los principales trabajos se han realizado en la zona litoral (Jover & Lake, 2008; Jover *et al.*, 2009; 2012; Diez *et al.*, 2013; Blanco *et al.*, 2016).

La baja riqueza de grupos complejos estructuralmente como son las coriáceas puede estar dado por la competencia con los grupos morfológicos dominantes como son las filamentosas y las corticadas. Estas macroalgas muestran preferencias por los fondos rocosos que son

abundantes en el área, pero colonizados rápidamente por las algas oportunistas (Littler & Littler, 1980; Littler & Littler, 1984; Avila *et al.*, 2013). Sin embargo, la baja riqueza de las algas calcáreas articuladas está dada por la presencia de un solo taxón infragenérico, *Acetabularia schenckii*, que no es común en las aguas de Cuba y el hábitat donde se ha encontrado esta macroalga es en rocas pequeñas en fondos someros de lagunas costeras (Suárez *et al.*, 2015).

**Tabla 5.** Distribución espacial de la riqueza y abundancia proporcional de los nichos tróficos de los moluscos asociados a macroalgas en el sublitoral en la bahía de Santiago de Cuba. (Abundancia proporcional). CB= carnívoros ramoneadores; CP= carnívoros depredadores; EICS= Epifaunal, inmóvil, cementado suspensívoro; IMSS= Infaunal, móvil, sin fijar, suspensívoro; HM= herbívoros micrófagos; HO= herbívoros omnívoros; HR= herbívoros en rocas; SUEPI= Epifaunal, móvil, suspensívoro.

**Table 5.** Spatial distribution of richness and proportional abundance of trophic niches of molluscs associated with macroalgae in the sub-littoral in the bay of Santiago de Cuba. (Proportional abundance). CB= browsing carnivores; CP= predatory carnivores; EICS= epifaunal, immobile, cemented, suspension feeder; EMSS= infaunal, mobile, unattached, suspension feeder; HM= herbivores on fine-grained; HO= herbivores omnivores; HR= herbivores on rock; SUEPI= epifaunal, mobile, suspension feeder.

| Nichos tróficos           | Localidades  |              |              |          |             |              |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|----------|-------------|--------------|
|                           | Punta Sal    | Caracoles    | La Estrella  | Alameda  | Belmares    | Cayo Granma  |
| HR                        | 1(0,016)     | 1(0,038)     | 1(0,273)     | -        | -           | 1(0,108)     |
| HO                        | 2(0,040)     | 2(0,087)     | 2(0,727)     | -        | 1(0,556)    | -            |
| HM                        | 2(0,168)     | 2(0,260)     | -            | -        | 1(0,111)    | 2(0,216)     |
| CP                        | 2(0,440)     | 3(0,135)     | -            | -        | 2(0,026)    | 3(0,081)     |
| CB                        | 1(0,008)     | 1(0,010)     | -            | -        | -           | -            |
| EICS                      | 1(0,176)     | 1(0,058)     | -            | -        | -           | -            |
| SUEPI                     | -            | 1(0,029)     | -            | -        | 1(0,154)    | 1(0,108)     |
| IMSS                      | 1(0,152)     | 1(0,385)     | -            | -        | 1(0,154)    | 1(0,486)     |
| <b>Riqueza trófica</b>    | <b>7</b>     | <b>8</b>     | <b>2</b>     | <b>-</b> | <b>5</b>    | <b>5</b>     |
| <b>Diversidad trófica</b> | <b>0,753</b> | <b>0,752</b> | <b>0,395</b> | <b>-</b> | <b>0,63</b> | <b>0,582</b> |

La amplia distribución de los grupos filamentosos y foliáceos en la bahía de Santiago de Cuba se corresponde con la presencia de puntos de descarga de aguas contaminadas y a la carga de compuestos orgánicos que es vertida en la bahía (Gómez *et al.*, 2001). Littler & Littler (1980; 1984) plantearon que uno de los principales efectos de la eutrofización de los ecosistemas costeros en los lechos de macroalgas es la pérdida de la diversidad de las que poseen una mayor complejidad estructural y la proliferación de formas más simples. Estas

algas también presentaron zonas de mayor riqueza en localidades de las bahías de Nuevitas (Cabrera *et al.*, 2004) y Cienfuegos (Moreira *et al.*, 2003; 2006).

La cercanía al canal de entrada de la bahía y presencia de una heterogeneidad de microhábitats en las localidades de Caracoles, Punta Sal y Cayo Granma favorecen la mayor riqueza de grupos morfofuncionales de macroalgas. Moreira *et al.* (2003; 2006) encontraron que la cercanía a ecosistemas diversos y a un mayor flujo de

propágulos favorecía la riqueza y diversidad de macroalgas en la bahía de Cienfuegos. También reportaron la mayor riqueza de grupos morfofuncionales en zonas de menor estrés ambiental. Por su parte, Zayas *et al.* (2008) encontraron predominio de las especies coriáceas y calcificadas en la bahía de Naranjo, en áreas donde se manifiesta una

mayor estabilidad ambiental. De manera general, la distribución y riqueza de los grupos morfofuncionales de macroalgas en la bahía de Santiago de Cuba está relacionada con el gradiente de calidad ambiental reportado en investigaciones del fitoplancton (Gómez *et al.*, 2001) y las microalgas epifitas en especies de *Ulva* (Gómez *et al.*, 2012).

**Tabla 6.** Varianza explicada del análisis de correspondencia canónica para la relación entre la composición de las macroalgas del sublitoral somero de la bahía de Santiago de Cuba y los grupos tróficos de moluscos.

**Table 6.** Explained variance of the canonical correspondence analysis for the relationship between the composition of the shallow sublitoral macroalgae of the bay of Santiago de Cuba and the trophic groups of molluscs.

|                                | Ejes canónicos |       |       |
|--------------------------------|----------------|-------|-------|
|                                | Eje 1          | Eje 2 | Eje 3 |
| <b>Herbívoros</b>              |                |       |       |
| Valor propio                   | 0,4            | 0,4   | 0,2   |
| % varianza explicada           | 27,0           | 21,9  | 11,7  |
| % varianza explicada acumulada | 27,0           | 48,9  | 60,6  |
| Correlación de Pearson*        | 0,97           | 0,98  | 0,99  |
| <b>Carnívoros</b>              |                |       |       |
| Valor propio                   | 0,339          | 0,212 | 0,511 |
| % varianza explicada           | 20,4           | 12,7  | 30,8  |
| % varianza explicada acumulada | 20,4           | 33,2  | 63,9  |
| Correlación de Pearson*        | 0,99           | 0,99  | 0,00  |
| <b>Suspensívoros</b>           |                |       |       |
| Valor propio                   | 0,42           | 0,29  | 0,22  |
| % varianza explicada           | 25,4           | 17,7  | 13,0  |
| % varianza explicada acumulada | 25,4           | 43,1  | 56,1  |
| Correlación de Pearson*        | 0,99           | 0,983 | 0,99  |

\*La correlación entre los resultados de la muestra para un eje derivado de los datos de las especies y los resultados de la muestra que son combinaciones lineales de las variables ambientales.

La mayor diversidad de grupo tróficos presentes en los gasterópodos del sublitoral de la bahía de Santiago de Cuba puede deberse a las características del hábitat. La estructura trófica en ecosistemas marinos bentónicos tiene relación con los recursos y condiciones ambientales (Troncoso *et al.*, 1996). El predominio de especies herbívoras se corresponde con el encontrado en otras localidades donde las macroalgas son abundantes (Jover *et al.*, 2014, Martínez *et al.*, 2015). Otra causa de la abundancia de herbívoros está relacionada con el amplio rango de alimentación que poseen (Alyakrinskaya, 2005). El mismo incluye microalgas, algas costrosas adheridas a las rocas, el talo de macrófitas (verdes, rojas y pardas) y detritus. Además, muchos animales aparecen accidentalmente en el tracto digestivo de moluscos

herbívoros, no se sabe si son digeridos o los moluscos no pueden descartarlos y se ingieren junto a la arena y otras partículas no comestibles (Alyakrinskaya, 2005; Aguilera, 2011).

La mayor abundancia de los moluscos suspensívoros, con respecto al resto de nichos tróficos, puede estar ocasionada por la abundancia de materia orgánica en la columna de agua (Gómez *et al.*, 2001). La poca energía que posee el ecosistema, al ser una bahía de bolsa con un pequeño canal de entrada, propicia que las altas concentraciones de materia orgánica lleguen al fondo y sea empleada por los moluscos de este nicho trófico (Troncoso *et al.*, 1996). El enriquecimiento de nutrientes en los litorales costeros trae como consecuencia una mayor riqueza de fitoplancton y alimento para los organismos que se alimentan de

materia orgánica en suspensión (Prins *et al.*, 1996). En ecosistemas del mar Caribe que presentan enriquecimiento de nutrientes se observa un dominio de especies suspensívoras (Fernández & Jiménez, 2006).

La variación espacial de la abundancia y diversidad trófica de los moluscos sublitorales en la bahía de Santiago de Cuba parece estar relacionada con la complejidad del hábitat y la eutrofización. Las localidades con una mayor complejidad estructural del hábitat (fondos rocosos y manglares) propician la mayor abundancia y diversidad por la presencia de un mayor número de microhábitats (St. Pierre & Kovalenko, 2014). La mayor riqueza de grupos morfofuncionales de macroalgas presentes en estas localidades también propicia las condiciones para la mayor abundancia y diversidad trófica (Pascal *et al.*, 2009). Además, las localidades sometidas a la eutrofización presentaron diferencias en la abundancia y diversidad trófica respecto a las que no están sometidas a este efecto. En ecosistemas estuarinos, la deposición y suspensión de partículas orgánicas afecta la estructura trófica (Cacabelos *et al.*, 2009). Villafranca & Jiménez (2006) encontraron que la combinación de factores bióticos y abióticos en los sustratos duros ofrecen numerosas ventajas en el uso de estos ecosistemas ya que éstos interactúan con las relaciones tróficas para determinar la estructura comunitaria, su organización y su dinámica.

La relación que existe entre los grupos morfofuncionales de macroalgas y la abundancia y diversidad trófica de los moluscos en la bahía de Santiago de Cuba puede estar dado porque estas le proporcionan recursos como sustrato y alimentación (Lilley & Schiel, 2006). La forma o complejidad del talo de las macroalgas favorece la abundancia de los organismos asociados a ellos (Bhaduri & Wolf, 2017) por lo que la variación en la distribución de los moluscos herbívoros relacionada con los grupos morfofuncionales de las macroalgas podría ser causado por interacciones directas en donde ambos grupos se vean beneficiados por el incremento de nutrientes y la proliferación de epifitas sobre los talos (Bell & Williamson, 2007). Sin embargo, en los suspensívoros puede que la relación sea indirecta y el talo de las algas contribuya a aumentar el flujo de agua y así las partículas en suspensión. La relación que se establece entre las macroalgas y los grupos tróficos de moluscos muestran una comunidad compleja por las diferentes redes alimenticias que se establecen (Flores-Rodríguez, 2004).

La relación positiva que se muestra entre la distribución de los grupos morfofuncionales de macroalgas y los gremios tróficos de la malacofauna asociada a las mismas se debe a la heterogeneidad de sustratos encontrados en las mismas y a la complejidad estructural de las algas. Estas proporcionan un aumento de superficie disponible para especies sésiles, proveyendo refugios contra los depredadores (Monteiro *et al.*, 2002). Existen pruebas de que las macroalgas soportan diferentes conjuntos de epifauna móvil (Vázquez-Luis *et al.*, 2008). También las algas desarrollan microcondiciones propicias para el desarrollo de muchas especies de microcrustáceos y otros invertebrados que sirven de alimento a los moluscos (Areces *et al.*, 1992). En mantos de algas del mesolitoral rocoso en la costa suroriental de Cuba Jover *et al.* (2014) encontraron que la malacofauna estaba asociada a la cobertura de macroalgas.

### Agradecimientos

Al Grupo Científico Estudiantil de Ecología Mariana “María Elena Ibarra Martín” de la Universidad de Oriente por la participación en la toma de datos e identificación de los ejemplares. A los colegas del Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad por el apoyo en la realización de este trabajo. A los revisores por sus sugerencias y mejoras al manuscrito.

### Referencias bibliográficas

- Abbott, R. 1974. *American Sea Shells*. Van Nostrand Reinhold, New York. 541 p.
- Aguilera, M. 2011. The functional roles of herbivores in the rocky intertidal systems in Chile: A review of food preferences and consumptive effects. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 241-261.
- Alyakrinskaya, I. 2005. Morphological and biochemical adaptations to feeding in some herbivorous gastropods. *The Biological Bulletin* 32(1): 57-64.
- Areces, A. 2002. Ecoregionalización y clasificación de hábitats marinos en la plataforma cubana. Instituto de Oceanología, World Wildlife Fund-Canada, Environmental Defense, Centro Nacional de Áreas Protegidas, La Habana, Cuba, 82 p.
- Areces, A., R. Valle, D. Ibarzabal, J. Pol & L. Hernández. 1992. Características generales

- de la fauna asociada a cuatro especies de macroalgas del mesolitoral cubano. *Ciencias Biológicas* 25: 119-131.
- Avila, D., M. Guaumaraes & R. Cárdenas. 2013. Variación espacio-temporal de grupos morfo-funcionales de macroalgas en pastos marinos al norte de Ciego de Ávila, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas* 33(1): 14-22.
- Bates C. & R. DeWreede. 2007. Do changes in seaweed biodiversity influence associated invertebrate epifauna? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 344: 206-214.
- Bates, C. 2009. Host taxonomic relatedness and functional group affiliation as predictors of seaweed-invertebrate epifauna associations. *Marine Ecology Progress Series* 387: 125-136.
- Bell, J. E. & J. E. Williamson. 2017. Positive Indirect Interactions in Marine Herbivores and Algae. *Herbivores* 1: 135-153.
- Bhaduri, R. & M. Wolf. 2017. Saccate thallus of the red alga *Halosaccion glandiforme* harbor diverse invertebrate fauna. *International Aquatic Research* 9: 169-176.
- Blanco, J., A. Campos, J. Tamayo & A. Viña. 2016. Macroalgas marinas de la provincia Santiago de Cuba, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 5(1): 122-129.
- Cabrera, R., A. Moreira & A.M. Suárez. 2004. Variación en la composición y estructura de las asociaciones algales en la bahía de Nuevitas, costa NE de Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas* 25(2): 133-142.
- Cacabelos, E., M. Domínguez & J. Troncoso. 2009. Trophic structure of soft-bottom macrobenthos in an inlet in north-western Spain. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89(3): 439-447.
- Capelo, J., M. Rada, M. Solé, J. Buitrago, S. Grune & J. Narváez. 2014. Los moluscos marinos litorales del norte de la península de Macanao, Isla de Margarita, Venezuela. *Amici Molluscarum* 22(1): 29-44
- Chalcraft, D. & W. Resetarits. 2003. Predator identity and ecological impacts: functional redundancy or functional diversity? *Ecology* 84(9): 2407-2418.
- Christie, H., K. Norderhaug & S. Fredriksen. 2009. Macrophytes as habitat for fauna. *Marine Ecology Progress Series* 396: 221-233.
- Comisión Nacional de Nombres Geográficos 2000. *Diccionario Geográfico de Cuba*. Oficina Nacional de Geodesia y Cartografía, La Habana, Cuba, 386 p.
- Danovaro, R., S. Bianchelli, C. Gambi, M. Mea & D. Zeppilli. 2009.  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -and  $\epsilon$ -diversity of deep-sea nematodes in canyons and open slopes of Northeast Atlantic and Mediterranean margins. *Marine Ecology Progress Series* 396: 197-209.
- Dawes, C.J. & A.C. Mathieson. 2008. *The seaweeds of Florida*. University of Florida Press. EUA, 592 p.
- de Jong, K. & H. Coomans. 1988. Marine Gastropods from Curacao, Aruba and Bonaire. *Studies on the fauna of Curacao and other Caribbean Islands* 69: 1-261.
- Díaz, S., I. Noy-Meir & M. Cabido. 2001. Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology* 38(3): 497-508.
- Diez, Y., A. Jover, A.M. Suárez, L.M. Gómez & M. Fujii. 2013. Distribution of epiphytic macroalgae on the thalli of their hosts in Cuba. *Acta Botánica Brasilica* 27(4): 815-826.
- Espinosa, J., J. Ortea, R. Sánchez & J. Gutiérrez. 2012. Moluscos marinos de la Reserva de la Biosfera de la Península de Guanacabibes. Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba. 325 p.
- Espinosa, J., J. Ortega, M. Caballer & L. Moro. 2006. Moluscos marinos de la península de Guanacabibes, Pinar del Rio, Cuba, con la descripción de nuevos taxones. *Avicennia* 18: 1-83.
- Espinosa, J., J. Ortega, R. Fernández-Garcés & L. Moro. 2007. Adiciones a la fauna de moluscos marinos de la península de Guanacabibes (I), con la descripción de nuevas especies. *Avicennia* 19: 63-87.
- Fernández, J. & M. Jiménez. 2006. Estructura de la comunidad de moluscos y relaciones tróficas en el litoral rocoso del estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 54: 121-130.
- Fernández, J., M. Jiménez & T. Allen. 2014. Diversidad, abundancia y distribución de la macrofauna bentónica de las costas rocosas al norte del Estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 62: 947-956.
- Flores-Rodríguez, P. 2004. Estructura de la comunidad de moluscos del mesolitoral superior en playas de facie rocosa del estado de Guerrero, México. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 227 pp.
- Fonseca, C. & G. Ganade. 2001. Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems. *Journal of Ecology* 89(1): 118-125.

- Gómez, L., R. Fernández, A. Jover & L. Delgado. 2012. Variación espacial de la composición de microalgas epifitas de *Ulva* spp. (Chlorophyta: Ulvaceae) en la Bahía de Santiago de Cuba. *CICIMAR Oceanides* 27(1): 1-9.
- Gómez, L., Y. Larduet & N. Abrahantes. 2001. Contaminación y biodiversidad en ecosistemas acuáticos. El fitoplancton de la bahía de Santiago de Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas* 22(3): 191-197.
- Graham M., B. Kinlan, D. Druehl, L. Garske & S. Banks. 2007. Deep-water kelp refugia as potential hotspots of tropical marine diversity and productivity. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 104: 16576-16580.
- Graham, M. 2004. Effects of local deforestation on the diversity and structure of southern California giant kelp forest food webs. *Ecosystems* 7: 341-357.
- Guiry, M. & Guiry, G. 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponible en: <http://www.algaebase.org>. Consultado: 5 de enero de 2017.
- Hammer, Ø., D. Harper & P. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 1-9.
- Herrera, C. 1976. A trophic diversity index for presence-absence food data. *Oecologia*, 25(2): 187-191.
- Jover, A. & J. Lake. 2008. Macroalgas dominantes del intermareal rocoso en el sector costero Baconao-Morrillo Chico, costa suroriental de Cuba. *Algas* 40: 14-17.
- Jover, A., G. Llorente & N. Viña. 2009. Variación espacio-temporal de la composición de macroalgas del mesolitoral rocoso del sector Aguadores, plataforma suroriental, Cuba. *Revista Investigaciones Marinas* 30(1): 1-9.
- 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 Investigaciones Marinas* 32(1): 38-49.
- Jover, A., Y. Diez & D. Tamayo. 2014. Composición de los moluscos de la zona fital del mesolitoral rocoso en Santiago de Cuba. *Amici Molluscarum* 22: 7-19.
- Kelaher B. & J.C. Castilla. 2005. Habitat characteristics influence macrofaunal communities in coralline turf more than mesoscale coastal upwelling on the coast of Northern Chile. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 63: 155-165.
- Lalana, R., N. Capetillo, R. Brito, E. Díaz-Iglesias & R. Cruz. 1989. Estudio del zoobentos asociado a *Laurencia intricata* en un área de juveniles de langosta al SE de la Isla de la Juventud. *Revista de Investigaciones Marinas* 10: 207-218.
- Legendre P. & L. Legendre. 2012. *Numerical Ecology*, 3rd edition. Amsterdam: Elsevier, 853 p.
- Lilley, S. & D. Schiel. 2006. Community effects following the deletion of a habitat-forming alga from rocky marine shores. *Oecologia* 148: 672-681.
- Littler, D.S. & M.M. Littler. 2000. *Caribbean Reef Plants: an identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida, and Gulf of Mexico*. OffShore Graphics Inc., Washington DC. 542 p.
- Littler, D.S. & M.S. Littler. 1984. Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 74: 13-34.
- Littler, D.S., M.M. Littler & M.D. Hanisak. 2008. *Submersed Plants of the Indian River Lagoon*. OffShore Graphics, Inc. 286 p.
- Littler, M. & D. Littler. 1980. The evolutions of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory test of and functional: forms model. *The American Naturalist* 116(1): 25-44.
- Losos, J. 2008. Phylogenetic niche conservatism, phylogenetic signal and the relationship between phylogenetic relatedness and ecological similarity among species. *Ecology Letter* 11(10): 995-1 003.
- Martínez, E., J. Sánchez, A. Alba & A. Vázquez. 2015. Changes in Structure and Composition of Two Communities of Rocky Shores Molluscs Exposed to Different Human Impact in Playa Jibacoa, Cuba. *Journal Ecosystem & Ecography* 5: 162.
- McCune, B. & M. Mefford. 1997. *PC-ord. Multivariate analysis of Ecological Data*. Mjm Software Design, Gleneden Beach, USA. 47 p.
- Monteiro, S., M. Chapman & A. Underwood. 2002. Patches of the ascidian *Pyura stolonifera* (Heller, 1878): structure of habitat and associated intertidal assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 270(2): 171-189.

- Moreira, A., M. Armenteros, M. Gómez, A. León, R. Cabrera, M. Castellanos, A. Muñoz & A.M. Suárez. 2006. Variation of macroalgae biomass in Cienfuegos bay, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas* 27(1): 3-12.
- Moreira, A., M. Gómez, A. León, P. Pozo, R. Cabrera & A.M. Suárez. 2003. Variación de la composición y abundancia de macroalgas en el área protegida laguna Guanaroca, provincia de Cienfuegos, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas* 24(3): 177-184.
- Olivera, Y. & M. Guimarães. 2012. Moluscos asociados a la angiosperma marina *Ruppia maritima*\_L. en tres sistemas lagunares cubanos. *Mesoamericana* 16: 63-66.
- Pascal, R., E. Carole & L. Cédric. 2009. Trophic ecology of the rocky shore community associated with the *Ascophyllum nodosum* zone (Roscoff, France): A  $\delta^{13}\text{C}$  vs  $\delta^{15}\text{N}$  investigation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81: 143-148.
- Patrício, J., J. Neto, H. Teixeira, F. Salas & J. Marques. 2009. The robustness of ecological indicators to detect long-term changes in the macrobenthos of estuarine systems. *Marine Environmental Research* 68(1): 25-36.
- Prathep, A. 2005. Spatial and temporal variations in diversity and percentage cover of macroalgae at Sirinart Marine National Park, Phuket Province, Thailand. *Science Asia* 31: 225-233.
- Prins, T., A. Smaal, A. Pouwer & N. Dankers. 1996. Filtration and resuspension of particulate matter and phytoplankton on an intertidal mussel bed in the Oosterschelde estuary (SW Netherlands). *Marine Ecology Progress Series* 142: 121-134.
- Quirós-Rodríguez, J. & N. Hernando-Campos. 2013. Moluscos asociados a ensambles de macroalgas en el litoral rocoso de Córdoba, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 42: 101-120.
- St. Pierre, J. & K. Kovalenko. 2014. Effect of habitat complexity attributes on species richness. *Ecosphere* 5(2): 22.
- Suárez, A. M., B. Martínez-Daranas & Y. Alfonso. 2015. *Macroalgas marinas de Cuba*. Editorial UH. Cuba. 264 pp.
- ter Braak, C. & P. Verdonschot. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences* 57(3): 255-289.
- Todd, J. 2001. Introduction to molluscan life Habits databases. <http://porites.geology.uiowa.edu/database/mollusc/mollusclifestyles.htm>. Consultado: 6 de enero de 2017.
- Troncoso, J., V. Urgorri & C. Olabarria. 1996. Estructura trófica de los moluscos de sustratos duros infralitorales de la Ría de Ares y Betanzos (Galicia, NO España). *Iberus* 14(2): 131-141.
- Unsworth, R., S. De Grave, J. Jampa, D. Smith & J. Bell. 2007. Faunal relationship with seagrass habitat structure: a case study using shrimp from the Indo-Pacific. *Marine and Freshwater Research* 58: 1008-1018.
- Vázquez-Luis, M., P. Sanchez-Jerez & J. Bayle-Sempere. 2008. Changes in amphipod (Crustacea) assemblages associated with shallow-water algal habitats invaded by *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the western Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research* 65(5): 416-426.
- Villafranca, S. & M. Jiménez. 2006. Comunidad de moluscos asociados al mejillón verde *Perna viridis* (Mollusca: Bivalvia) y sus relaciones tróficas en la costa norte de la Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 54 (Suppl. 3): 135-144.
- Warmke, G. & R. Abbott. 1961. *Caribbean Seashells*. Livingston Publishing Company, Wynnewood, PA. 348 p.
- Webb, C., D. Ackerly, M. McPeck & M. Donoghue. 2002. Phylogenies and community ecology. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 33: 475-505.
- WoRMS. (2017): World Register of Marine Species. Disponible en: <http://www.marinespecies.org>. Consultado el 5 de enero de 2017.
- Zayas, C.R., A. Vega-Torres, F. Ocaña & E. Córdoba. 2008. Lista sistemática y proporción de los grupos morfofuncionales del fitobentos marino de Bahía de Naranjo, Cuba. *Anuario de Investigaciones Ambientales, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales y Tecnológicos de Holguín (CISAT)*, 6 pp.

Recibido: 22 de agosto de 2017.

Aceptado: 26 de noviembre de 2017.