

## Riqueza y composición de los moluscos del supralitoral rocoso en Santiago de Cuba, Cuba

### Richness and composition of the mollusks from the rocky supralittoral in Santiago de Cuba, Cuba

Yander L. Díez García<sup>\*1,2</sup> & Yoendris L. Reyes la Fuente<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Administración Portuaria Santiago de Cuba, Ave. Jesús Menéndez s/n, Jagüey y Enramada, CP 90100, Santiago de Cuba, Cuba.

\*Autor correspondiente, e-mail: yander.diez@cnt.uo.edu.cu

<sup>2</sup>Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Ave. Patricio Lumumba s/n, Santiago de Cuba, Cuba. CP 90500.

<sup>3</sup>Grupo Científico Estudiantil de Ecología Marina "EcoMar" Dra. María Elena Ibarra Martín. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Ave. Patricio Lumumba s/n, Santiago de Cuba, Cuba. CP 90500.

#### Resumen

Los estudios ecológicos sobre moluscos marinos cubanos son escasos comparados con los sistemáticos y taxonómicos, siendo necesarios para evaluar el impacto antrópico y los fenómenos climáticos. El presente trabajo caracteriza la variación espacial de la riqueza y composición de los moluscos del supralitoral rocoso en cuatro localidades (con dos estaciones) de Santiago de Cuba, Cuba. Los muestreos se realizaron entre abril de 2013 y febrero de 2014 con frecuencia bimestral. Los ensamblajes de moluscos se determinaron empleando técnicas multivariadas no paramétricas, y a partir de una matriz de similitud se realizó el agrupamiento de las estaciones según la prueba de SIMPROF. La variación de la riqueza específica entre localidades y estaciones se evaluó mediante análisis de varianza. Se identificaron 20 especies de moluscos (dos quitones, 16 gasterópodos y dos bivalvos). Los mayores valores de riqueza se encontraron en La Socapa y los menores en las estaciones 2 de Mar Verde, Siboney y Aguadores. Estas diferencias resultaron significativas entre localidades ( $F_{(3,44)} = 16,18$ ;  $p < 0,001$ ) y estaciones ( $F_{(1,46)} = 8,469$ ;  $p = 0,00555$ ). Con un 70 % de similitud se formaron dos grupos, uno A que incluye a las estaciones 2 de Mar Verde y Aguadores y uno B que incluye las restantes ( $\pi = 3,58$ ;  $P = 0,011$ ). La variación encontrada es atribuible a las diferencias de complejidad, altura de la costa e influencia de aguas eutrofizadas, siendo las estaciones con mayor riqueza las de menor altura y sometidas a eutrofización.

**Palabras clave:** Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia, eutrófico, Mar Caribe.

#### Abstract

Ecological studies on Cuban marine molluscs are scarce compared to the systematic and taxonomic, be needed to assess the anthropogenic impact and climate events. This paper characterizes the spatial variation in species richness and composition of molluscs from the supralittoral rocky shore in four localities (with two stations) from Santiago de Cuba, Cuba. Sampling was conducted bimonthly between April 2013 and February 2014. The molluscan assemblages were determined using non-parametric multivariate techniques, and from a similarity matrix grouping of stations was performed according to test SIMPROF. The variation in species richness among localities and stations was evaluated by analysis of variance. Twenty species of molluscs were identified (two chitons, 16 gastropods and two bivalves). The highest values of richness were found in La Socapa and the lowest at stations 2 from Mar Verde, Siboney and Aguadores. These differences were significant between localities ( $F_{(3,44)} = 16,18$ ;  $p < 0,001$ ) and stations ( $F_{(1,46)} = 8,469$ ;  $p = 0,00555$ ). With a 70 % similarity two groups are formed, one A include stations 2 from Mar Verde y Aguadores and one B which includes the remaining ( $\pi = 3,58$ ;  $P = 0,011$ ). The variation found is attributable to the difference of complexity, height of the coast and the influence of eutrophic waters, being the richest stations the lower height and subjected to eutrophication.

**Key words:** Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia, eutrophic, Caribbean Sea.

## Introducción

El ambiente supralitoral constituye una zona fronteriza entre el medio marino y el terrestre, factor que condiciona la composición de los organismos que lo habitan, siendo en mayoría marinos (Sant & Grado, 1997). Las costas rocosas son un clásico ecosistema para los estudios ecológicos y experimentales. Su relativa estabilidad y la existencia de una biota bien conocida han facilitado su uso como modelo de numerosas teorías. Algunos estudios se han relacionado con la distribución vertical (Stephenson & Stephenson, 1949; Lewis, 1964; Balata *et al.*, 2006), variaciones espacio-temporales (Flores-Rodríguez *et al.*, 2007; Ibáñez *et al.*, 2007), estructuras tróficas (McQuaid & Branch, 1985; Fernández & Jiménez, 2006) y ensamblajes (Ceccherelli *et al.*, 2005; Cacabelos *et al.*, 2010).

Los invertebrados de zonas litorales están expuestos a la fuerte influencia de la variación de la temperatura, desecación, salinidad, contaminación y depredación. Los organismos con movimientos activos pueden evadir en parte estos efectos, mientras que algunos sedentarios y fijos como los bivalvos se exponen a condiciones en extremo desfavorables (Alyakrinskaya, 2002, 2004). En las comunidades meso y supralitorales uno de los grupos zoológicos más estudiados es el de los moluscos. Algunas especies del grupo son de interés comercial (Schmidt *et al.*, 2002; Robertson, 2003) mientras otras son eficientes bioindicadores de contaminación y estrés ambiental (Ismail, 2006; Baqueiro-Cárdenas *et al.*, 2007).

En Cuba las costas rocosas también han sido objeto de estudios ecológicos, los que se han desarrollado en ambientes sublitorales, praderas y costas arenosas (Ocaña *et al.*, 2010; Ocaña & Fernández, 2011; Olivera & Guimaraes, 2012), siendo las macroalgas uno de los grupos mejor conocidos (Jover & Lake, 2008; Diez *et al.*, 2013a). En los últimos 20 años la mayoría de las investigaciones sobre los moluscos marinos en Cuba han sido sistemáticas y se reconoce que es el grupo mejor conocido en la plataforma cubana, sin embargo aún queda por completar su inventario (Espinosa *et al.*, 2011, 2012a; Rubio *et al.*, 2011). También han sido utilizados como grupo focal para estimar la biodiversidad de la plataforma cubana (Alcolado & Espinosa, 1996) y cambios ambientales (Armenteros *et al.*, 2011). Sobre los moluscos marinos de Santiago de Cuba se encuentra escasa información en Espinosa *et al.* (2012b) y Espinosa & Ortea (2013), quienes describen dos nuevas especies de Marginellidae. Diez & Jover (2013) en el inventario de moluscos marinos de esta región

señalan 310 especies y reconocen que esa cifra se encuentra sesgada por la necesidad de realizar mayor número de muestreos.

En el presente estudio se determina la variación espacial de la riqueza específica y la composición de la malacofauna del supralitoral rocoso en Santiago de Cuba.

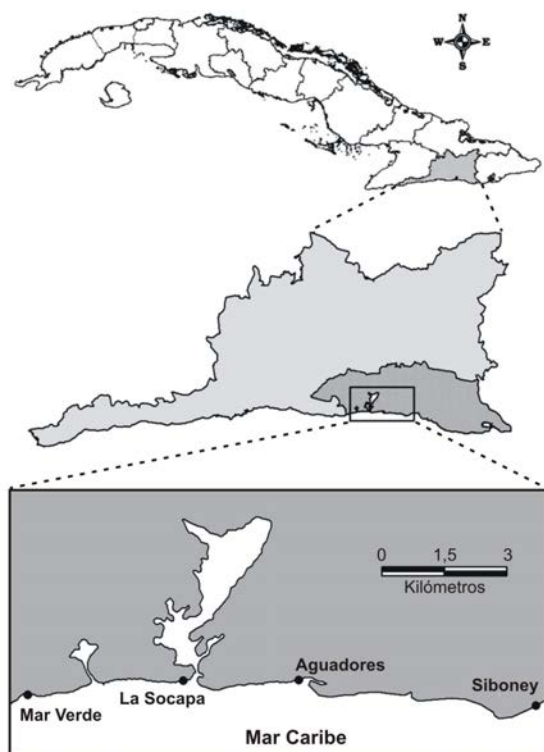
## Materiales y métodos

Cuatro localidades se incluyen en el estudio (Fig. 1). Para la selección de las mismas se tomó como criterio la presencia de supralitorales rocosos y su distribución representativa a lo largo de la costa de Santiago de Cuba. Se incluyeron zonas afectadas por procesos de eutrofización (La Socapa y Aguadores) y otras no (Mar Verde y Siboney). En cada localidad se seleccionaron dos estaciones, la primera de menos de 1 m de altura a partir del límite con el mesolitoral y la segunda con una altura superior (1,2 m a 4,0 m). Se consideró la realización de los muestreos de forma bimestral durante un año (abril de 2013 a febrero de 2014).

Se utilizó como unidad de muestreo un cuadrante de 25 cm de lado (625 cm<sup>2</sup>), propuesto en numerosos trabajos sobre costas rocosas (Sant & Grado, 1997; Jover *et al.*, 2012). Se trazaron cinco transectos perpendiculares a la línea de costa, siguiendo la metodología propuesta por Jones (1980), separados entre sí a 5 m. En cada transecto se colocaron cinco cuadrantes espaciados a 1 m entre sí, colocándose el primero a 1 m de la zona mesolitoral. Se identificó el límite entre las zonas meso y supralitoral considerando la presencia de organismos indicadores (macroalgas, quitones y litorinas) y una coloración diferencial, tal como sugiere la literatura (Jones, 1980; Contreras *et al.*, 1991; Fernández & Jiménez, 2006, 2007). Adicionalmente, la variación de las mareas en la zona del Mar Caribe no supera los 0,4 m (Rodas & Hernández, 1994; Mitrani, 2001), mientras que en el área de estudio no superan los 0,3 m (Hernández & Marzo, 2009). Considerando estas condiciones y la altura de los litorales donde se colocaron los transectos se evitó la interferencia del ecotono meso-supralitoral. Otros factores como la pleamar y el oleaje pueden incrementar la llegada de agua a las zonas de mayor altura y con perfiles verticales (O'Connor, 2013).

En cada cuadrante se identificaron *in situ* las especies de moluscos. Con estos datos se determinó la Riqueza específica ( $S_{obs}$ ) dada por el

número total de especies observadas (Ludwing & Reynolds, 1988) y la composición taxonómica. Para la identificación de las especies se utilizó la bibliografía especializada para el género *Echinolittorina* de acuerdo a Reid (2009) y Warmke & Abbott (1961) y Espinosa *et al.* (2012a) para el resto de los taxones.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de las localidades estudiadas en Santiago de Cuba, Cuba: Mar Verde (19°57'32,72"N; 75°57'23,34"O), La Socapa (19°58'00"N; 72°52'00"O), Aguadores (19°57'51,5"N; 75°49'47,2"O) y Siboney (19°57'32"N; 75°42'15"O).

**Figure 1.** Geographic locations of the studied localities in Santiago de Cuba, Cuba. Mar Verde (19°57'32.72"N; 75°57'23.34"W), La Socapa (19°58'00"N; 72°52'00"W), Aguadores (19°57'51.5"N; 75°49'47.2"W) and Siboney (19°57'32"N; 75°42'15"W).

Los ensambles de moluscos se determinaron empleando técnicas multivariadas no paramétricas, utilizando el software PRIMER-E v6.1.16 (Clarke & Gorley, 2006). Se efectuó la construcción de una matriz de similitud entre los muestreos mediante el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957). Se empleó la técnica de ligamiento

promedio ponderada (UPGMA) (Rohlf, 1963) con agrupación en función de la similitud media de los sitios, a partir de la prueba SIMPROF (Clarke *et al.*, 2008).

La distribución de los valores de riqueza específica se revisó con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene para determinar la existencia de normalidad y homocedasticidad, respectivamente. Para determinar la diferencia de las variaciones espaciales (estaciones y localidades) se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía ( $p = 0,05$ ) (Zar, 1999). Se aplicó *a posteriori* la prueba de Tukey para detectar el origen de las diferencias encontradas (Day & Quinn, 1989).

## Resultados

Se identificaron 20 especies de moluscos marinos, de ellas dos poliplacóforos, 16 gasterópodos y dos bivalvos. Los mismos se distribuyen en siete órdenes, nueve familias y 14 géneros. Las familias con mayor número de especies fueron Littorinidae (7) y Neritidae (4) y los géneros *Echinolittorina* (5) y *Nerita* (3), cinco familias fueron monoespecíficas. La lista de especies se muestra a continuación:

### Clase POLYPLACOPHORA Blainville, 1816

#### Orden NEOLORICATA Bergenhayn, 1955

Familia Chitonidae Rafinesque, 1815

Género *Chiton* Linné, 1758

1. *Chiton squamosus* Linné, 1764

Género *Acanthopleura* Guilding, 1829

2. *Acanthopleura granulata* (Gmelin, 1791)

### Clase GASTROPODA Cuvier, 1797

#### Subclase PROSOBRANCHIA Milne-Edwards, 1848

#### Orden PATELLOGASTROPODA Lindberg, 1986

##### Superfamilia Lottioidea Gray, 1840

Familia Lottiidae Gray, 1840

Género *Lottia* Gray, 1833

3. *Lottia albicosta* (C. B. Adams, 1845)

#### Orden NERITOPSINA Cox & Knight, 1960

##### Suborden NERITIMORPHA Golikov & Starobogatov, 1975

##### Superfamilia Neritoidea Rafinesque, 1815

Familia Neritidae Rafinesque, 1815

Género *Nerita* Linné, 1758  
 4. *Nerita peloronta* Linné, 1758  
 5. *Nerita tessellata* Gmelin, 1791  
 6. *Nerita versicolor* Gmelin, 1791

Género *Puperita* Gray, 1857  
 7. *Puperita pupa* (Linné, 1758)

**Orden SORBEOCONCHA** Ponder & Lindberg, 1997

**Superfamilia Cerithioidea** Fleming, 1822

Familia Planaxidae Gray, 1847

Género *Hinea* Gray, 1847  
 8. *Hinea lineata* (da Costa, 1778)

Género *Supplanaxis* Thiele, 1929  
 9. *Supplanaxis nucleus* (Bruguère, 1789)

**Superfamilia Littorinoidea** Children, 1834

Familia Littorinidae Children, 1834

Género *Cenchritis* Von Martens, 1900  
 10. *Cenchritis muricatus* (Linné, 1758)

Género *Echinolittorina* Habe, 1856  
 11. *Echinolittorina angustior* (Mörch, 1876)  
 12. *Echinolittorina meleagris* (Potiez & Michaud, 1838)  
 13. *Echinolittorina mespillum* (Mühlfeld, 1824)  
 14. *Echinolittorina tuberculata* (Menke, 1828)  
 15. *Echinolittorina ziczac* (Gmelin, 1791)

Género *Tectarius* Valenciennes, 1832  
 16. *Tectarius antoni* (Philippi, 1846)

**Superfamilia Vermetoidea** Rafinesque, 1815

Familia Vermetidae Rafinesque, 1815

Género *Petalochonchus* H. C. Lea, 1843  
 17. *Petalochonchus varians* (d'Orbigny 1839)

**Orden NEOGASTROPODA** Thiele, 1929

**Superfamilia Muricoidea** Rafinesque, 1815

Familia Muricidae Rafinesque, 1815

Género *Plicopurpura* Cossmann, 1903  
 18. *Plicopurpura patula* (Linné, 1758)

**Clase BIVALVIA** Linné, 1758

**Subclase AUTOLAMELLIBRANCHIATA** Grobben, 1894

**Orden MYTILIIDA** Ferrussac, 1822

**Superfamilia Mytiloidea** Rafinesque, 1815

Familia Mytilidae Rafinesque, 1815

Género *Hormomya* Mörch, 1853  
 19. *Hormomya exustus* (Linnaeus, 1758)

**Orden PTERIIDA** Newell, 1965

**Superfamilia Pterioidea** J. E. Gray, 1847

Familia Isognomonidae Woodring, 1925

Género *Isognomon* Lightfoot, 1786  
 20. *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845)

La distribución de la riqueza fue desigual entre las estaciones, el mayor número de especies se encontró en las de la Socapa (18 y 14 especies para las estaciones 1 y 2, respectivamente). Los menores valores de riqueza específica correspondieron a las estaciones con alturas mayores a 1 m, Mar Verde 2 y Aguadores 2 (5) y Siboney 2 (8) (Tabla 1). Estas diferencias resultaron significativas entre las localidades (ANOVA:  $F_{(3,44)} = 16,18$ ;  $p < 0,001$ ), siendo mayores en La Socapa en relación con Aguadores, Siboney y Mar Verde. En cuanto a las estaciones también se encontraron diferencias significativas (ANOVA:  $F_{(1,46)} = 8,469$ ;  $p = 0,00555$ ).

**Tabla 1.** Distribución de las especies de moluscos del supralitoral rocoso entre localidades y estaciones en Santiago de Cuba, Cuba. E1 (Estación 1), E2 (Estación 2).

**Table 1.** Distribution of species of molluscs from supralittoral rocky shore between locations and stations in Santiago de Cuba, Cuba. E1 (Station 1), E2 (Station 2).

Especies	Mar Verde		La Socapa		Aguadores		Siboney	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
<i>Chiton squamosus</i>	x	-	-	-	-	-	x	-
<i>Acanthopleura granulata</i>	x	-	x	x	-	-	x	x
<i>Lottia albicosta</i>	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Nerita peloronta</i>	-	-	x	x	x	x	x	-
<i>Nerita tessellata</i>	x	-	x	x	x	-	x	x

Tabla 1. (Continuación).

Especies	Mar Verde		La Socapa		Aguadores		Siboney	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
<i>Nerita versicolor</i>	X	-	X	X	X	-	X	X
<i>Puperita pupa</i>	-	-	X	X	-	-	-	-
<i>Hinea lineata</i>	-	-	X	X	-	-	-	-
<i>Supplanaxis nucleus</i>	-	-	X	-	X	-	-	-
<i>Cenchritis muricatus</i>	X	X	X	X	X	X	-	X
<i>Echinolittorina angustior</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Echinolittorina meleagris</i>	X	-	X	X	X	-	X	-
<i>Echinolittorina mespillum</i>	X	-	X	X	X	-	-	-
<i>Echinolittorina tuberculata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Echinolittorina ziczac</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tectarius antoni</i>	X	X	X	X	X	-	X	X
<i>Petalococonchus varians</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Plicopurpura patula</i>	X	-	-	-	-	-	X	-
<i>Hormomya exustus</i>	-	-	X	X	-	-	-	-
<i>Isognomon bicolor</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<b>Riqueza específica</b>	12	5	18	14	11	5	11	8

El dendrograma de clasificación demostró la existencia de dos grupos para los ensambles de moluscos con un 70 % de similitud según la prueba de SIMPROF (Global:  $\pi = 3,58$ ;  $P = 0,011$ ) (Fig. 2). En el grupo A se ubicaron los ensambles de Mar Verde 2 y Aguadores 2. El grupo B estuvo a su vez conformado por dos subgrupos, en el

primero de ellos se posicionaron los dos ensambles de La Socapa que no se diferenciaron entre sí según la prueba de SIMPROF ( $\pi = 1,06$ ;  $P = 0,926$ ). Los ensambles del segundo subgrupo fueron diferentes entre sí (SIMPROF:  $\pi = 3,7$ ;  $P = 0,015$ ); los más semejantes fueron los de Siboney 1 y Mar Verde 1.

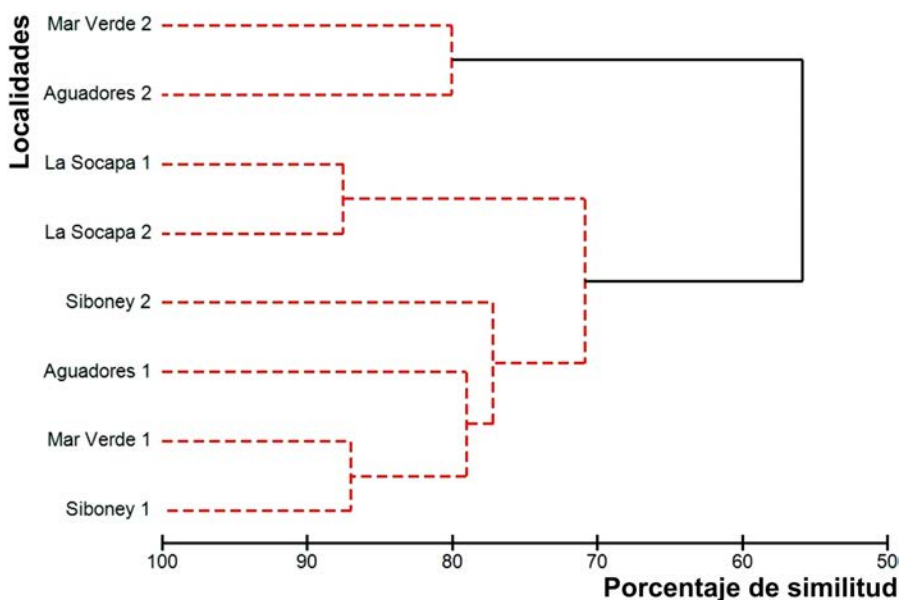


Figura 2. Análisis de similitud entre localidades y estaciones según la prueba de SIMPROF (Global:  $\pi = 3,58$ ;  $P = 0,011$ ).

Figure 2. Analysis of similarity between locations and stations according to the test SIMPROF (Global:  $\pi = 3,58$ ;  $P = 0,011$ ).

## Discusión

El supralitoral rocoso constituye la franja costera con menor riqueza de moluscos. El número de especies aquí señaladas, sin embargo es mayor que el informado por Diez & Jover (2012) para la costa norte oriental de Cuba (13 especies). Solo la especie *Echinolittorina glaucocincta* (Mörch, 1876) se registra en la costa norte y no en la sur. En el catálogo de Santiago de Cuba se consignaban para el meso y supralitoral rocoso 36 especies (Diez & Jover, 2013), pero debemos aclarar que de las mismas solo dos quitones, las litorinas y neritas se consideraban del supralitoral, así como tres especies de pulmonados (Ellobiidae Pfeiffer, 1854). Del trabajo antes mencionado, 16 especies serían del supralitoral y de ellas se encontraron en este estudio 12. Además, se adicionan ocho especies a la malacofauna típica del supralitoral rocoso suroccidental de Cuba.

Las extremas condiciones de temperatura y desecación que existen en este hábitat (supralitoral rocoso) no son evidentes en el resto de los ecosistemas marinos (e.g. manglares, praderas, arrecifes, fondos rocosos, arenosos y fangosos), sin embargo en estas localidades se supera la riqueza de algunas lagunas costeras cubanas (14 o 15 especies) (Olivera & Guimaraes, 2012; Olivera, 2014). El predominio en estas condiciones de las familias Neritidae y Littorinidae (50 % de las especies) es una característica señalada de la costa rocosa cubana (Quirós, 1998; Espinosa *et al.*, 2012a), caribeña (Fernández & Jiménez, 2007) y de otras regiones del mundo (Dye, 1998; Sibaja-Cordero & Cortés, 2010). En la costa pacífica la familia Littorinidae también es dominante en las costas rocosas y los manglares (Sanpanich *et al.*, 2004).

La dominancia de los gasterópodos (80 % de la riqueza) también es característico de estos ambientes litorales rocosos (Esqueda *et al.*, 2000; Fernández & Jiménez, 2007), pudiendo estar determinada por las múltiples adaptaciones de este grupo a la desecación (Alyakrinskaya, 2004, 2010). Se ha demostrado que las conchas helicoidales, altas y delgadas, como la de los gasterópodos estudiados, ofrecen gran resistencia a depredadores y a las adversidades del medio (Savazzi & Sasaki, 2004). La escultura externa de la concha (nódulos o espinas como en *Echinolittorina tuberculata*, *Tectarius antoni* y *Cenchritis muricatus*) son parte de la protección en gasterópodos (Preston *et al.*, 1996).

Los polioplacóforos y bivalvos (cada uno con dos especies) son típicos de hábitats que se en-

cuentran sumergidos total o periódicamente (García *et al.*, 2007; Wright-López *et al.*, 2009; Vargas-Zamora & Sibaja-Cordero, 2011). En el área señalada solo se había encontrado con anterioridad un bivalvo en el supralitoral rocoso (*Isognomon alatus* Gmelin, 1791) (Diez & Jover, 2013) así como los dos quitones (*Chiton squamosus* y *Acanthopleura granulata*). Los bivalvos son formas dominantes en ambientes estuarinos y de manglares, sobre o enterrados en los fondos arenosos-fangosos y las praderas (Herrmann *et al.*, 2010; Ocaña *et al.*, 2010; McClain *et al.*, 2011), dado que son filtradores y necesitan del agua para la respiración y nutrición (Galbraith *et al.*, 2009; McGevin, 2011; Sassa *et al.*, 2011).

La riqueza varió entre la localidad de La Socapa (100 % de las especies identificadas) y las restantes, Mar Verde y Siboney (71 %) y Aguadores (64 %). Los altos valores en la primera podrían estar determinados por la combinación de factores que disminuyen la agresividad del medio hacia los moluscos (e.g. baja altura, mayor humedad, eutrofización). Los dos tipos de costas son más bajas que en las demás localidades, favoreciendo la llegada de agua a zonas más alejadas de la línea de marea, con la consiguiente reducción de la temperatura y desecación. Estudios realizados entre localidades separadas por pocos kilómetros consideran que las diferencias de riqueza de moluscos entre las mismas son reflejo de sus características topográficas específicas (Rahman & Barkati, 2012).

En el Caribe venezolano Fernández & Jiménez (2006) también encontraron diferencias de riqueza a escala de localidades, siendo las protegidas del oleaje las de mayores valores. A pesar de esto generalizaron que a este nivel la comunidad de moluscos es muy estable, determinada por los pocos cambios físicos y topográficos en esa zona. Diferencias en la composición taxonómica a este nivel también han sido encontradas en las costas de África por Torres *et al.* (2008), atribuyendo las mismas a las diferencias microtopográficas del sustrato, la distribución de los depredadores y a las variaciones de salinidad.

El hecho de que se registrara mayor riqueza específica en La Socapa está también relacionado con influencia de aguas eutrofizadas por las descargas de ríos y albañales al interior de la Bahía de Santiago de Cuba (Reyes *et al.*, 2007; Diez *et al.*, 2013b). Sin embargo la localidad Aguadores también está afectada por eutrofización (Gómez *et al.*,

2009) y es la de menor riqueza. En la estación 2 de Aguadores se desarrollan actividades de pesca deportiva y recreación sobre el litoral rocoso por lo que se encuentra desgastado y con desechos sólidos. En las estaciones 1 de Siboney y Mar Verde no se aprecia desgaste de las rocas por causas antrópicas.

Si bien no se determinó la complejidad del sustrato, dadas las dificultades para medir la microtopografía (Beck, 1998; Frost *et al.*, 2005; Wilding *et al.*, 2010), fueron evidentes las diferencias entre las localidades. La formación cárstica en La Socapa no está desgastada y en ella se forman numerosas crestas, orificios y charcas de marea que favorecen el establecimiento de ensambles de moluscos (Littler *et al.*, 1983; Wahl & Hoppe, 2002). Es de esperar que en zonas con baja complejidad (como los dos sitios de Aguadores) la riqueza de moluscos sea baja.

La mayor riqueza, en las costas rocosas bajas con respecto a las más altas, ha sido encontrada en otros estudios (Mille-Pagaza *et al.*, 1994), se señalan además que en las zonas altas solo se desarrollan algunas especies de litorínidos y neritínidos. Este fenómeno se evidencia en la formación del grupo A (estaciones 2 de Aguadores y La Socapa) que son los litorales de mayor altura. Para la familia Littorinidae se ha demostrado la existencia de una marcada variación vertical y horizontal, en especial para las especies que habitan manglares (*Littoraria* spp.) (Reid, 1985; Ohgaki, 1992). Un factor importante en la mitigación a las adversidades ambientales por estos animales lo representa la variabilidad de la coloración, descrita para las *Echinolittorina* del Atlántico por Reid (2009) y para otros moluscos litorales (Sokolova & Berger, 2000; Miura *et al.*, 2007).

### Agradecimientos

Al profesor Abdiel Jover Capote por su valiosa revisión y comentarios en la realización de todo el trabajo. A Tarczicia Armando Joaquín y Dainielli Tamayo por su ayuda en el trabajo de campo. A los revisores anónimos por ayudar a mejorar el manuscrito.

### Referencias bibliográficas

Alcolado, P. & J. Espinosa. 1996. El empleo de las comunidades de moluscos marinos de

fondos blandos como bioindicadores de la biodiversidad del megazoobentos y de la calidad ambiental. *Iberus* 14(2): 79-84.

Alyakrinskaya, I. 2002. Morphobiochemical adaptations to life on littoral in some sedentary gastropods. *Biological Bulletin* 29(4): 394-403.

Alyakrinskaya, I. 2004. Adaptations of certain mediterranean mollusks to living in the littoral zone. *Biological Bulletin* 31(4): 406-415.

Alyakrinskaya, I. 2010. Some adaptations of *Monodonta turbinata* (Born, 1780) (Gastropoda, Prosobranchia, Trochidae) to feeding and habitation in the littoral zone. *Biological Bulletin* 37(1): 63-68.

Armenteros, M., M. Díaz-Asencio, R. Fernández-Garcés, M. Eriksson, C. Alonso-Hernández & J. Sanchez-Cabeza. 2011. Historical changes of sediments and mollusk assemblages in the Gulf of Batabanó (Caribbean Sea) in the twentieth century. *Environmental Monitoring and Assessment* 184(8): 4709-4723.

Balata, D., S. Acunto, & F. Cinelli. 2006. Spatio-temporal variability and vertical distribution of a low rocky subtidal assemblage in the north-west Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67: 553-561.

Baqueiro-Cárdenas, E., L. Borabe, C. Goldaracena-Islas & J. Rodríguez-Navarro. 2007. Los moluscos y la contaminación. Una revisión. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 1-7.

Beck, M. 1998. Comparison of the measurement and effects of habitat structure in gastropods in rocky intertidal and mangrove habitats. *Marine Ecology Progress Series* 169: 165-178.

Bray, J.R. & J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27(4): 325-349.

Cacabelos, E., C. Olavarria, M. Incera & J. Troncoso. 2010. Effects of habitat structure and tidal height on epifaunal assemblages associated with macroalgae. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 89: 43-52.

Ceccherelli, G., D. Casu & N. Sechi. 2005. Spatial variation of intertidal assemblages at Tavolara-Capo Coda Cavallo MPA (NE Sardinia): geographical vs. protection effect. *Marine Environmental Research* 59: 533-546.

Clarke, K., P. Somerfield & R. Gorley. 2008. Testing of null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and

- biota-environment linkage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 366(1): 56-69.
- Clarke, K.R. & R.N. Gorley. 2006. User manual/tutorial. PRIMER-E Ltd., Plymouth. 190 pp.
- Contreras, R., F. Cruz & A. Ibáñez. 1991. Ecological observations of the molluscs of the rocky intermedial zone at Chamela Bay, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 64: 17-32.
- Day, R.W. & G.P. Quinn. 1989. Comparisons of treatments after an analysis of variance in ecology. *Ecological Monographs* 59(4): 433-463.
- Diez, Y. & A. Jover. 2012. Moluscos marinos del sector Bahía de Puerto Padre-Bahía de Nipe, Cuba. *Amici Molluscarum* 20(1): 17-28.
- Diez, Y. & A. Jover. 2013. Lista y distribución de los moluscos marinos de Santiago de Cuba, costa suroriental de Cuba. *Amici Molluscarum* 21(1): 23-38.
- Diez, Y., A. Jover, A. Suárez, L. Gómez & M. Toyota. 2013a. Distribution of epiphytic macroalgae on the thalli of their hosts in Cuba. *Acta Botanica Brasílica* 27(4): 815-826.
- Diez, Y., I. Amador & R. Suárez. 2013b. La Administración Portuaria de Santiago de Cuba como gestora de un desarrollo portuario ambientalmente responsable. *Ciencia en su PC* 2: 26-35.
- Dye, A. 1998. Community-level analyses of long-term changes in rocky littoral fauna from South Africa. *Marine Ecology Progress Series* 164: 47-57.
- Espinosa, J. & J. Ortea. 2013. Nuevas especies de la familia Marginellidae (Mollusca: Gastropoda: Prosobranchia) de cuatro islas del Caribe: Cuba, Curazao, Guadalupe y Martinica. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 15: 195-218.
- Espinosa, J., J. Ortea & L. Moro. 2011. Nuevos datos sobre la familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) en Cuba, con la descripción de nuevas especies. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 22(4): 161-188.
- Espinosa, J., J. Ortea, R. Sánchez & J. Gutiérrez. 2012a. Moluscos marinos de la Reserva de la Biósfera de la Península de Guanahacabibes. Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba. 325 pp.
- Espinosa, J., J. Ortea & Y. Diez. 2012b. Nueva especie de marginela del género *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca: Neogastropoda) de la Reserva de la Biósfera Baconao, Santiago de Cuba. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 24(3): 115-118.
- Esqueda, M., E. Ríos-Jara, J. Michel-Morfin & V. Landa-Jaime. 2000. The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical* 48(4): 765-775.
- 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(3): 121-130.
- Fernández, J. & M. Jiménez. 2007. Fauna malacológica del litoral rocoso de la costa sur del Golfo de Cariaco y costa norte del Estado Sucre, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 46(1): 3-11.
- Flores-Rodríguez, P., R. Flores-Garza, S. García-Ibáñez & A. Valdés-González. 2007. Variación en la diversidad malacológica del mesolitoral rocoso en Playa Troncones, La Unión, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 33-40.
- Frost, N., M. Burrows, M. Johnson, M. Hanley & S. Hawkins. 2005. Measuring surface complexity in ecological studies. *Limnology and Oceanography: Methods* 3: 203-210.
- Galbraith, H., S. Frazier, B. Allison & C. Vaughn. 2009. Comparison of gill surface morphology across a guild of suspension-feeding unionid bivalves. *Journal of Molluscan Studies* 75: 103-107.
- García, C., M. Álvarez, J. Barraza, A. Rivera & C. Hasbún. 2007. Quitones (Mollusca: Polyplacophora) de El Salvador, América Central. *Revista de Biología Tropical* 55(1): 171-176.
- Gómez, L., A. Sosa, I. Moreno & A. Jover. 2009. Biodiversidad, morfometría y alimentación de los cangrejos del género *Callinectes* (Decapoda: Portunidae) en Santiago de Cuba. *Revista de Biología Tropical* 57(3): 671-686.
- Hernández, M., O. Marzo & A. Acanda. 2010. Tendencia lineal del nivel medio del mar en algunas localidades del archipiélago cubano. *Serie Oceanológica* 7(Especial): 16-26.



- Herrmann, M., C. de Almeida Rocha Barreira, W.E. Arntz, J. Laudien & P. Penchaszadeh. 2010. Testing the habitat harshness hypothesis: reproductive biology of the wedge clam *Donax hanleyanus* (Bivalvia: Donacidae) on three argentinean sandy beaches with contrasting morphodynamics. *Journal of Molluscan Studies* 76: 33-47.
- Ibáñez, S., P. Flores, R. Garza & A. Valdés. 2007. Dispersión espacial de *Plicopurpura patula pansa* en playas rocosas del Estado de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 15-21.
- Ismail, A. 2006. The use of intertidal molluscs in the monitoring of heavy metals and organotin compounds in the west coast of Peninsular Malaysia. *Coastal Marine Science* 30(1): 401-406.
- Jones, W. 1980. Field teaching methods in shore ecology. En: Price, J., D. Irving y W. Farnham (eds.) *The Shore Environment I: Methods*. The Systematics Association Special Volumen No. 17 (a). Academia Press, London.
- 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., L. Reyes, L. Gómez & A. Suárez. 2012. Variación espacial y temporal de las macroalgas del mesolitoral rocoso en Aguadores-Baconao, Cuba I: composición. *Revista de Investigaciones Marinas* 32(1): 38-49.
- Lewis, J.R. 1964. *Ecology of rocky shores*. The English Universities Press, London. 323 pp.
- Littler, M., D. Martz & D. Littler. 1983. Effects of recurrent sand deposition on rocky intertidal organisms: importance of substrate heterogeneity in a fluctuating environment. *Marine Ecology Progress Series* 11: 29-139.
- Ludwing, J. & J. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology*. John Wiley and Sons, Nueva York, EUA. 337 pp.
- McClain, C., J. Stegen & A. Hurlbert. 2011. Dispersal, environmental niches and oceanic-scale turnover in deep-sea bivalves. *Proceedings of the Royal Society of Boston* 2166: 1-10.
- McGevin, L. 2011. *Mussels: anatomy, habitat and environmental impact*. Nova Science Publishers, Inc., New York, EUA, 541 pp.
- McQuaid, C. & G. Branch. 1985. Trophic structure of rocky intertidal communities: response to wave action and implications for energy flow. *Marine Ecology Progress Series* 22: 153-161.
- Mille-Pagaza, S., A. Pérez-Chi & O. Holguín-Quiñónez. 1994. Fauna malacológica bentónica del litoral de Isla Socorro, Revillagigedo, México. *Ciencias Marinas* 20(4): 467-486.
- Mitrani, I. 2001. Caracterización general de la capa activa oceánica en los mares adyacentes a Cuba y su posible enlace con el desarrollo de los ciclones tropicales. *Revista de Investigaciones Marinas* 22(2): 81-91.
- Miura, O., S. Nishi & S. Chiba. 2007. Temperature-related diversity of shell colour in the intertidal gastropod *Batillaria*. *Journal of Molluscan Studies* 73: 235-240.
- O'Connor, N. 2013. Impacts of sewage outfalls on rocky shores: Incorporating scale, biotic assemblage structure and variability into monitoring tools. *Ecological Indicators* 29: 501-509.
- Ocaña, F. & A. Fernández. 2011. Morfometría de la concha de *Donax denticulatus* y *Donax striatus* de dos playas de Cuba oriental. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras* 3: 67-75.
- Ocaña, F., A. Fernández, A. Silva, P. González & Y. García. 2010. Estructura poblacional de *Donax striatus* (Bivalvia, Donacidae) en playa Las Balsas, Gibara, Cuba. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras* 2: 27-38.
- Ohgaki, S. 1992. Distribution and movement of the mangrove *Littoraria* (Gastropoda) on Ishigaki Island, Okinawa. *Venus* 51: 269-278.
- Olivera, Y. & M. Guimaraes. 2012. Moluscos asociados a la angiosperma marina *Ruppia maritima* L. en tres sistemas lagunares cubanos. *Mesoamericana* 16(1): 63-66.
- Olivera, Y. 2014. Evaluación de la superposición de nichos en los ensambles de moluscos marinos de una laguna costera en Cayo Coco, Cuba. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Marinas, La Habana, Cuba, 68 pp.
- Preston, S., I. Revie, J. Orr & D. Roberts. 1996. A comparison of the strength of gastropod shells with forces generated by potential crab predators. *Journal of Zoology* 238: 181-193.
- Quirós, A. 1998. Moluscos del litoral rocoso cubano y manifestación de factores ambientales en el gradiente de zonación. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Marinas, La Habana, Cuba. 128 pp.

- Rahman, S. & S. Barkati. 2012. Spatial and temporal variation in the species composition and abundance of benthic molluscs along 4 rocky shores of Karachi. *Turkish Journal of Zoology* 36(3): 291-306.
- Reid, D. 1985. Habitat and zonation patterns of *Littoraria* species (Gastropoda: Littorinidae) in Indo-Pacific mangrove forests. *Biological Journal of the Linnean Society* 26: 39-68.
- Reid, D. 2009. The genus *Echinolittorina* Habe, 1956 (Gastropoda: Littorinidae) in the western Atlantic Ocean. *Zootaxa* 2184: 1-103.
- Reyes, O., A. Sanz, N. Jústiz & C. Milanés. 2007. Evaluación de la contaminación de la bahía santiaguera mediante el "MAPINFO". *Tecnología Química* 27(3): 39-44.
- Robertson, R. 2003. The edible West Indian "whelk" *Cittarium pica* (Gastropoda: Trochidae): Natural history with new observations. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 153(1): 27-47.
- Rodas, L. & M. Hernández. 1994. Análisis del comportamiento de los niveles medios y extremos del mar en la costa sur de Cuba. *Ciencias de la Tierra y del Espacio* 23-24: 94-109.
- Rubio, F., R. Fernández-Garcés & E. Rolán. 2011. The family Tornidae (Gastropoda, Rissooidea) in the Caribbean and neighboring areas. *Iberus* 29(2): 1-230.
- Sanpanich, K., F. Wells & Y. Chitramvong. 2004. Distribution of the family Littorinidae (Mollusca: Gastropoda) in Thailand. *Records of the Western Australian Museum* 22: 241-251.
- Sant, S. & A. Grado. 1997. Zonación de un litoral rocoso en la costa sur del Golfo de Cariaco (Quetepe), Estado Sucre, Venezuela. *Saber* 9(1): 69-76.
- Sassa, S., Y. Watabe, S. Yang & T. Kuwae. 2011. Burrowing Criteria and Burrowing Mode Adjustment in Bivalves to Varying Geoenvironmental Conditions in Intertidal Flats and Beaches. *PLoS ONE* 6(9): 1-11.
- Savazzi, E. & T. Sasaki. 2004. Function and construction of synchronized sculpture in gastropods. *American Malacological Bulletin* 18: 87-114.
- Schmidt, S., M. Wolff & J. Vargas. 2002. Population ecology and fishery of *Cittarium pica* (Gastropoda: Trochidae) on the Caribbean coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 50(3-4): 1079-1090.
- Sibaja-Cordero, J. & J. Cortés. 2010. Comparación temporal de la composición y zonación de organismos en el intermareal rocoso del Parque Nacional Isla del Coco, Pacífico de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 58(4): 1387-1403.
- Sokolova, I. & V. Berger. 2000. Physiological variation related to shell colour polymorphism in White Sea *Littorina saxatilis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 245: 1-23.
- Stephenson, T. & A. Stephenson. 1949. The universal features of zonation between tide-marks on rocky coasts. *Journal of Ecology* 37(2): 289-305.
- Torres, P., A. Alfiad, D. Glassom, N. Jiddawi, A. Macia, D. Reid & J. Paula. 2008. Species composition, comparative size and abundance of the genus *Littoraria* (Gastropoda: Littorinidae) from different mangrove strata along the East African coast. *Hydrobiologia* 614: 339-351.
- Vargas-Zamora, J. & J. Sibaja-Cordero. 2011. Molluscan assemblage from a tropical intertidal estuarine sand-mud flat, Gulf of Nicoya, Pacific, Costa Rica (1984-1987). *Revista de Biología Tropical* 59(3): 1135-1148.
- Wahl, M. & K. Hoppe. 2002. Interactions between substratum rugosity, colonization density and periwinkle grazing efficiency. *Marine Ecology Progress Series* 225: 239-249.
- Warmke, G. & R. Abbott. 1961. *Caribbean Seashells*. Livingston Publishing Company, Wynnewood, PA, EUA, 348 pp.
- Wilding, T., E. Palmer & N. Polunin. 2010. Comparison of three methods for quantifying topographic complexity on rocky shores. *Marine Environmental Research* 69: 143-151.
- Wright-López, H., O. Holguín-Quiñones & F. Arreguín-Sánchez. 2009. Crecimiento y mortalidad de la madreperla *Pinctada mazatlanica* en poblaciones naturales del litoral oriental de Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical* 57(1-2): 53-61.
- Zar, J. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 663 pp.

Recibido: 7 de octubre de 2014.

Aceptado: 24 de abril de 2015.