

## Composición y estructura de la macrofauna asociada con agregaciones de dos especies de bivalvos en Isla de Cubagua, Venezuela

Iván Hernández-Ávila<sup>1</sup>, Alejandro Tagliafico<sup>2</sup> & Nestor Rago<sup>3</sup>

1. Departamento de Ciencias, Unidad de Cursos Básicos, Universidad de Oriente, Isla de Margarita, Venezuela; ivanhernavila@yahoo.com
2. Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Isla de Margarita, Venezuela; tagliaficoa@gmail.com
3. Oceanografía y pesca, Fundación de Ciencias Naturales La Salle, Isla de Margarita Venezuela; nstorago@gmail.com

Recibido 10-I-2012. Corregido 03-IX-2012. Aceptado 01-X-2012.

**Abstract: Composition and structure of the macrofauna associated with beds of two bivalve species in Cubagua Island, Venezuela.** Bivalve aggregations constitute a microhabitat for a wide variety of organisms in intertidal, subtidal and deep-water marine benthic habitats. Increase in density of bivalve beds could offer more crevices and substratum for the associated fauna, affecting community composition. Beds of the Atlantic Pearl Oyster (*Pinctada imbricata*) and the Turkey Wing (*Arca zebra*) of contrasting population densities were evaluated to determine the composition and structure of the associated macrofauna of three taxa (Crustacea Decapoda, Mollusca and Echinodermata). We evaluated plots of three levels of bed density in both species, the associated fauna were identified and counted. Other species were collected by qualitative samples. Univariate and multivariate descriptors were tested comparing the associated fauna between the beds of two species at three levels of density. In these beds a total of 104 species belonging to 58 families were recorded. *Mithraculus forceps* (Majidae), *Crucibulum auricula* (Calyptraeidae) and *Ophiotrix angulata* (Ophiotrichidae) were the most common species found in these assemblages. The medium and high-density bivalve beds exhibited greater species number, abundance, Shannon diversity, evenness, taxonomic diversity, and taxonomic distinctness of associated fauna, than low-density bivalve beds. Moreover, multivariate analysis detected different assemblages of associated fauna between beds with different densities. Additionally, similarities were found in the communities of macrofauna in both beds of *P. imbricata* and *Arca zebra*. Our results suggest that bivalve aggregations at Cubagua Island provide additional habitat for macrofauna living in other shallow habitats such as *Thalassia* beds, corals and rocky environments. Bed density, associated with topographic complexity, represents an important factor for the composition and complexity of the associated fauna. Rev. Biol. Trop. 61 (2): 669-682. Epub 2013 June 01.

**Key words:** Crustacea, Mollusca, Echinodermata, *Arca zebra*, *Pinctada imbricata*, associated fauna.

Las agregaciones de bivalvos constituyen un microhábitat para una gran variedad de organismos en el ambiente intermareal, submareal y en aguas profundas (Tsuchiya & Nishihiro 1985, 1986, Thiel & Ulrich 2002, Turnipseed *et al.* 2004, Galkin & Goroslavskaya 2008). Estas agregaciones incrementan la heterogeneidad espacial del ambiente bentónico y proveen refugio y alimento para una gran diversidad de organismos (Jacobi 1987, Seed 1996, Jones *et al.* 1997). La diversidad local, las tramas alimenticias y los ciclos de nutrientes pueden

verse afectados por la presencia de agregaciones de bivalvos, que usualmente incrementan la abundancia y diversidad de la fauna asociada (Tsuchiya & Nishihiro 1985, Thiel & Ulrich 2002, Gutierrez *et al.* 2003, Carranza *et al.* 2009a, 2009b).

En el sureste del Caribe, agregaciones conspicuas de *Arca zebra* y de la ostra perla (*Pinctada imbricata*) están presentes en ambientes marinos de aguas someras. La ostra perla ha sido explotada para la producción de perlas desde el siglo XV (Otte 1977, Cervigón

1997, 1998, Mackenzie *et al.* 2003). Actualmente, soporta una pequeña pesquería artesanal, principalmente para consumo local como alimento, mientras que *A. zebra* soporta una pesquería artesanal mayor, localmente importante, con un volumen entre 35 000-40 000tm/año, el cual varía dependiendo de la demanda de la industria enlatadora (Arias *et al.* 2002). Ambas especies tienen una amplia distribución y forman agregaciones con fauna bentónica asociada (Prieto *et al.* 2001a, Díaz & Liñero 2003, Licet *et al.* 2009).

La fauna asociada con agregaciones de bivalvos de diferentes especies ha sido estudiada al comparar gradientes espaciales grandes (Thiel & Ulrich 2002), y diferentes tamaños de agregaciones de bivalvos (Tsuchiya & Nishihiro 1985), y al incorporar otros factores como la edad, tamaño y densidad de los parches (Tsuchiya & Nishihiro 1986, Borthagaray & Carranza 2007). También se han comparado agregaciones de diferentes especies en áreas separadas (Turnipseed *et al.* 2004), o a diferentes profundidades (Van Dover & Trask 2000). Sin embargo, estudios sobre las diferencias en macrofauna asociada con agregaciones de diferentes especies en la misma área son escasos y la mayoría de los estudios en fauna asociada a bivalvos han sido realizados en aguas templadas. El papel de las agregaciones de bivalvos en ambientes bentónicos tropicales ha sido poco estudiado (Prieto *et al.* 2001b, Villafranca & Jiménez 2004, 2006, Licet *et al.* 2009).

Múltiples trabajos han mostrado la importancia de la complejidad topográfica en la estructura de la fauna bentónica (Bourget *et al.* 1994, Chapman & Underwood 1994, Pech *et al.* 2001). El número de especies, la abundancia y la diversidad de las comunidades bentónicas están positivamente correlacionadas con la complejidad topográfica (Gutiérrez *et al.* 2003, Borthagaray & Carranza 2007). El incremento en la densidad poblacional de las agregaciones de bivalvos ha sido asociado con una mayor complejidad del sustrato, pudiendo ofrecer mayor cantidad de grietas, elevaciones y espacio disponible para la fauna asociada,

disminuyendo la competencia inter e intraespecífica por espacio, se presenta así una relación positiva con la abundancia, número de especies y diversidad. En el presente estudio, ponemos a prueba la hipótesis de que la abundancia, diversidad y estructura de la macrofauna asociada con agregaciones de bivalvos, cambia con relación a la densidad poblacional de los bivalvos. Esta hipótesis se pone a prueba en agregaciones de dos especies simpátricas de bivalvos en un ambiente tropical (Isla de Cubagua, Venezuela), se evalúa la respuesta de los táxones Crustacea Decapoda, Mollusca y Echinodermata.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio:** La isla de Cubagua es de naturaleza semidesértica, posee alrededor de 22km<sup>2</sup> y está situada al noreste de Venezuela (10°47' y 10°51' N - 64°8' y 64°14' W). La zona está fuertemente influenciada por el sistema de surgencia costera estacional y caracterizada por una plataforma continental somera con fondos arenosos compuestos principalmente por sedimento grueso (Cervigón 2005). El proceso de surgencia ocurre principalmente durante los primeros meses del año (Enero-Mayo), y consiste principalmente en la intrusión estacional de aguas con bajas temperaturas, oxígeno disuelto y elevados nutrientes (Gómez 1996). La temperatura superficial del agua varía entre 22-26°C y exhibe una elevada productividad (Gómez 1996). El litoral de la isla está compuesto principalmente de aguas someras (0-10m de profundidad) con fondos compuestos por arrecifes marginales, costa rocosa, praderas de *Thalassia testudinum*, agregaciones de *A. zebra* y *P. imbricata* y ambientes arenosos (Cervigón 2005). En la región sureste de la isla, se encuentran agregaciones conspicuas de *A. zebra* y *P. imbricata* entre los 200 a 500m de la línea de costa. Estudios previos de la fauna bentónica de la isla han estado enfocados a inventarios y distribución de especies (Capelo & Buitrago 1998, Hernández-Ávila *et al.* 2007, Hernández-Ávila 2010, Tagliafico *et al.* 2011).

**Toma de muestras:** La estructura de la macrofauna asociada de crustáceos decápodos, moluscos y equinodermos fue comparada entre agregaciones de bivalvos de diferentes especies así como entre diferentes densidades poblacionales de estos. La comparación entre especies que forman las agregaciones se realizó a dos niveles (*P. imbricata* y *A. zebra*), y el efecto de la densidad poblacional de las agregaciones fue estudiado considerando tres niveles discretos de abundancia de bivalvos que componen la agregación (bajo: 60-100; medio: 100-200; alto: mayor a 200ind./m<sup>2</sup>), conformando un diseño factorial de dos vías con siete réplicas aleatorias por combinación. Las muestras fueron recolectadas entre Septiembre 2005-Mayo 2006 durante periodos sin surgencia (Septiembre-Noviembre) y con surgencia (diciembre-mayo). Para excluir el efecto potencial de los periodos de muestreo en el diseño, las réplicas se distribuyeron aleatoriamente entre los periodos. Aunque la aleatorización puede generar patrones adicionales en diseño experimental (Hurlbert 1984), no fueron detectados patrones de muestreo entre los periodos ( $\chi^2$  *rx* *test*=9.17, *df*=5, *p*=0.12).

Las muestras fueron recolectadas en parcelas de 0.5x0.5m distribuidas al azar, utilizando equipo de buceo autónomo a profundidades entre 5-12m. Las parcelas fueron cubiertas con bolsas plásticas y todos los bivalvos y sus respectivos componentes bentónicos asociados fueron removidos cuidadosamente de forma que fuesen contenidos en las bolsas plásticas y evitar el escape de organismos móviles. Posteriormente, las muestras fueron fijadas para su evaluación en el laboratorio. Los bivalvos que forman las agregaciones fueron contados para verificar el nivel de densidad y la prevalencia de la especie que forma la agregación. Se omitieron parcelas caracterizadas por bancos mixtos (con proporción similar de *P. imbricata* y *A. zebra*) debido a que representaron pocos casos y no estaban contemplados en el diseño. Los componentes de la macrofauna asociada fueron separados y fijados con etanol al 95%, para su identificación y cuantificación. Se realizaron muestreos cualitativos adicionales

en agregaciones de ambas especies con equipo autónomo para identificar especies que no fueron detectadas en los muestreos cuantitativos.

Todos los ejemplares de moluscos, crustáceos decápodos y equinodermos fueron contados, se les determinó el número de especies (S), la abundancia total (N), la equidad (J') (Pielou 1975), la diversidad de Shannon (H') (Shannon 1948), la diversidad taxonómica ( $\Delta$ ) y la distinción taxonómica ( $\Delta^*$ ) (Warwick & Clark 1995), como descriptores univariados de cada muestra. En relación a la distinción y diversidad taxonómica, se consideraron seis niveles de jerarquía: Phylum, Clase, Orden, Familia, Género y Especie. La clasificación de los grupos sigue el criterio de Díaz & Puyana (1994) y Rosenberg (2009) para moluscos, De Grave *et al.* (2009) para crustáceos decápodos y Hendler *et al.* (1995) para equinodermos. Especímenes de referencia fueron catalogados y conservados en la colección del Laboratorio del Departamento de Ciencias de la Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta.

El número de especies, la abundancia total, la equidad, la diversidad de Shannon, la diversidad taxonómica y la distinción taxonómica fueron contrastados entre diferentes densidades y especies de bivalvos utilizando un análisis de varianza permutado (PERMANOVA) (Anderson 2001, McArdle & Anderson 2001), con base en el índice de similitud de las Distancias Euclidianas. Se probó la hipótesis nula de no diferencias en los descriptores univariados (S, N, J', H',  $\Delta$ ,  $\Delta^*$  en cada caso) asociado con los factores densidad y especie de bivalvo, además de su interacción. Pruebas *t* permutada fueron utilizadas como análisis *a posteriori* para detectar grupos entre los niveles de densidad.

Para probar la hipótesis nula de no diferencias en la estructura del ensamble de la macrofauna asociado a los factores anteriormente descritos, se construyó una matriz de similitud utilizando el índice de Bray-Curtis y fue probada la hipótesis con un análisis PERMANOVA. Siguiendo lo recomendado por Clarke *et al.* (2006) se adicionó una variable adicional con valor igual a uno para todas las muestras. El número de permutaciones de los residuales

utilizado para determinar la significancia estadística de cada término fue 999 bajo el modelo reducido (Anderson 2001). Una prueba de dispersión multivariada (PERMDISP) fue utilizada para identificar si los componentes de variación significativa estuvieron relacionados con diferencias en la dispersión multivariada o con diferencias en la posición de los centroides. Un análisis SIMPER (Clarke 1993) fue realizado para identificar a las especies asociadas con diferencias entre los grupos, cuando fueron detectadas.

## RESULTADOS

Se identificaron 104 especies distribuidas en 58 familias, 39 especies de crustáceos decápodos, 46 moluscos y 19 equinodermos (Apéndice 1), 92 especies fueron recolectadas durante los muestreos cuantitativos, mientras las especies adicionales fueron identificadas a partir de muestras cualitativas adicionales. Acorde con su presencia y abundancia, las especies más frecuentes fueron: *Mithraculus forceps* (Majidae), *Crucibulum auricula* (Calyptraeidae) y *Ophiotrix angulata* (Ophiothrichidae).

No fueron detectadas diferencias en los descriptores univariados entre la fauna asociada con agregaciones *P. imbricata* y *A. zebra*. Sin embargo, el número de especies, la abundancia total, la diversidad, la equidad, la diversidad taxonómica y la distinción taxonómica mostraron diferencias significativas asociadas a la densidad de las agregaciones (Cuadro 1). El componente de variación asociado a la densidad del banco varió entre 27.6 y 65.3% de la variación total para los índices univariados. Mientras que la variación asociada a la especie que forma el bando varió entre 0 y 2.2% y no fue significativa en todos los casos.

Además del efecto asociado a la densidad de los bivalvos se detectó un componente de variación asociado a los residuales que varió entre 33.3 y 65.8%. Esta variación corresponde a las diferencias existentes entre las réplicas de cada combinación, las cuales estaban separadas en escalas menores a 100m. Lo cual sugiere

una alta variación a escala espacial pequeña dentro de cada nivel de densidad.

La prueba *t* aplicada a los niveles del factor densidad, mostró en todos los casos que las agregaciones con densidad baja fueron diferentes a las agregaciones de densidad media y alta, los dos últimos niveles no mostraron diferencias significativas excepto para abundancia total que presentó diferencias significativas entre los tres niveles de densidad. Los niveles de densidad media y alta de las agregaciones mostraron una fauna asociada con número mayor de especies ( $S=10.18\pm 0.72$ ,  $\text{media}\pm\text{error estándar}$ ), abundancia ( $N=28.86\pm 3.01\text{ ind}/0.25\text{ m}^2$  D. Media,  $39.43\pm 3.54\text{ ind}/0.25\text{ m}^2$  D. Alta), diversidad de Shannon ( $H'=1.82\pm 0.10\text{ bits/ind}$ ), equidad ( $J'=0.81\pm 0.10$ ), diversidad taxonómica ( $\Delta=65.49\pm 3.97$ ) y distinción taxonómica ( $\Delta^*=83.04\pm 3.64$ ); en comparación con la fauna asociada a agregaciones de bivalvos con densidad baja ( $S=3.36\pm 0.94$ ,  $N=8.43\pm 2.07\text{ ind}/0.25\text{ m}^2$ ,  $H'=0.67\pm 0.23\text{ bits/ind}$ ,  $J'=0.39\pm 0.13$ ,  $\Delta=31.83\pm 10.31$ ,  $\Delta^*=36.68\pm 11.75$ ) (Fig. 1).

El análisis de varianza multivariado permutado (PERMANOVA) mostró diferencias entre la composición de la fauna asociada a diferentes densidades de las agregaciones, con un componente de variación asociado a este factor de 15%. Sin embargo, no se detectaron diferencias entre la fauna asociada de *P. imbricata* y de *A. zebra*, ni en su interacción con el factor densidad (Cuadro 2). En el factor densidad no fueron detectadas diferencias en la dispersión multivariada (PERMDISP,  $F=3.185$ ,  $\text{Pseudo-}p=0.076$ ).

Los ensambles de la macrofauna presente en agregaciones de baja densidad mostraron ser diferentes a aquellos ubicados en agregaciones con densidades media y alta ( $t=1.782$ ,  $p=0.003$ ; y  $t=2.450$ ,  $p=0.001$  respectivamente); además, los niveles de densidad media y alta también mostraron diferencias significativas ( $t=1.410$ ,  $p=0.026$ ), por lo que los tres niveles mostraron ser diferentes entre sí (Fig. 2). De acuerdo con el análisis SIMPER las especies que contribuyeron en mayor proporción a las diferencias en la composición de la fauna entre los niveles

CUADRO 1

Análisis de la varianza permutado (PERMANOVA) de los indicadores univariados riqueza, abundancia, Shannon, equidad, diversidad taxonómica y distinción taxonómica. %CV porcentaje de los componentes de variación asociada

TABLE 1

Permutated analysis of variance (PERMANOVA) of univariate descriptors: richness, abundance, Shannon, evenness, taxonomic diversity, taxonomic distinctness. %CV percent estimates of components of variation

Fuente de Variación	gl	Pseudo-F	p(perm)	perms	%CV
<b>Riqueza</b>					
Banco	1	0.355	0.559	997	0.0
Densidad	2	16.828	0.001	999	47.40
Banco x Densidad	2	2.567	0.076	999	9.39
Residual	36				41.93
<b>Abundancia</b>					
Banco	1	0.412	0.530	994	0.93
Densidad	2	28.458	0.001	999	65.29
Banco x Densidad	2	1.105	0.337	999	0.50
Residual	36				33.29
<b>Shannon</b>					
Banco	1	1.381	0.252	996	0.91
Densidad	2	14.436	0.001	998	48.34
Banco x Densidad	2	1.518	0.227	999	0.37
Residual	36				50.37
<b>Equidad</b>					
Banco	1	0.982	0.308	996	0.49
Densidad	2	9.827	0.002	998	36.56
Banco x Densidad	2	0.938	0.404	998	5.16
Residual	36				57.79
<b>Diversidad Tax.</b>					
Banco	1	1.699	0.201	997	2.19
Densidad	2	6.877	0.005	997	27.63
Banco x Densidad	2	1.463	0.236	999	4.36
Residual	36				65.82
<b>Distinción Tax.</b>					
Banco	1	1.358	0.237	995	0.96
Densidad	2	11.477	0.001	998	42.18
Banco x Densidad	2	1.062	0.359	999	0.50
Residual	36				56.36

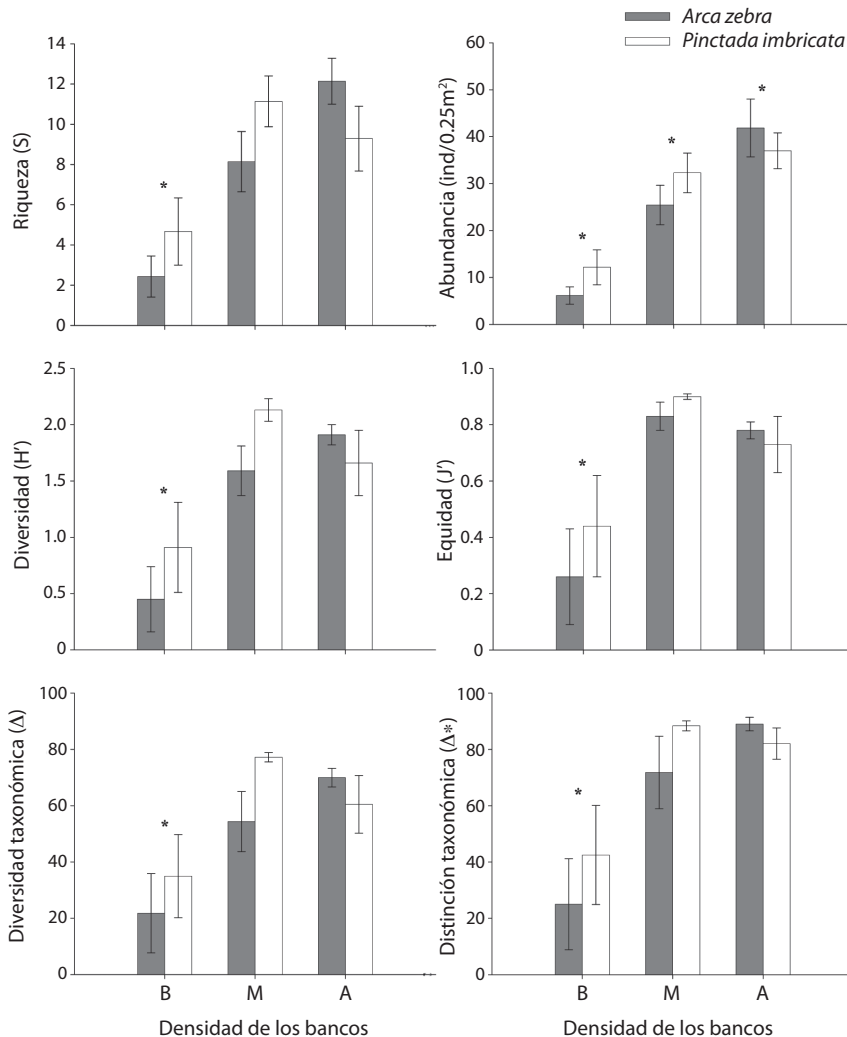
CUADRO 2

PERMANOVA de similitud de los ensamblajes de macrofauna, basado en el índice de Bray-Curtis. %CV porcentaje de los componentes de variación asociada

TABLE 2

PERMANOVA of similarity of macrofauna assemblage, based on Bray-Curtis Index. %CV percent estimates of components of variation

Fuente de Variación	gl	Pseudo-F	P(perm)	perms	%CV
Banco	1	1.390	0.166	999	1.54
Densidad	2	3.648	0.001	999	15.66
Banco x Densidad	2	1.0	0.491	998	0.00
Residual	36				82.80



**Fig. 1.** Indicadores comunitarios de crustáceos decápodos, moluscos y equinodermos asociados a bancos de *P. imbricata* y *A. zebra* en función a los niveles de densidad de los bancos de bivalvos. B=densidad baja (60-100 ind./m<sup>2</sup>), M=densidad media (100-200 ind./m<sup>2</sup>), A=densidad alta (200 ind./m<sup>2</sup>). \* Diferencias significativas ( $t$ ,  $p < 0.05$ ) en niveles de densidad.

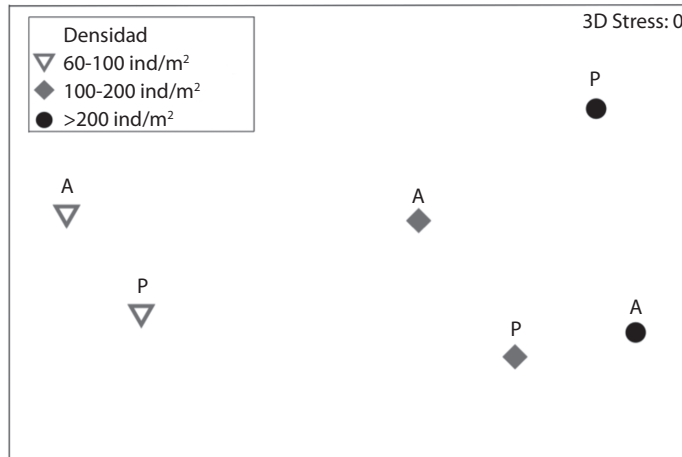
**Fig. 1.** Community index of decapod crustaceans, mollusks and echinoderms associated to beds of *P. imbricata* and *A. zebra* in relation with levels of density of bivalve beds. B= low density (60-100 ind./m<sup>2</sup>), M=medium density (100-200 ind./m<sup>2</sup>), A=high density (200 ind./m<sup>2</sup>). \* Significant differences ( $t$ ,  $p < 0.05$ ) in density levels.

de densidad fueron: *Mithraculus forceps* (contribución a la disimilaridad 20.66%), *Ophiotrix angulata* (12.59%), *Crucibulum auricula* (11.49%) y *Chama floridana* (5.82%). La contribución del resto de las especies a la disimilaridad fue menor al 5%. En todos los casos, el patrón de abundancia de las especies que contribuyeron a la varianza entre grupos de densidad presentó un gradiente de incremento, desde

las agregaciones con densidad bajas hacia las agregaciones con densidades altas.

## DISCUSIÓN

Las diferencias detectadas en la fauna asociada en relación al factor densidad poblacional de los bivalvos demuestran que las



**Fig. 2.** Escalamiento multidimensional no métrico de los centroides para las combinaciones densidad y bivalvo que forma el banco, con base al índice de Bray-Curtis. P=bancos de *P. imbricata*, A= bancos de *A. zebra*.

**Fig. 2.** No-metric multidimensional scaling centroids of combinations of density and bivalve beds, based in Bray-Curtis Index. . P= *P. imbricata* beds, A= *A. zebra* beds.

comunidades asentadas en agregaciones densas de bivalvos son más complejas, al mostrar mayor riqueza, abundancia y equidad, además de mayor diversidad y distinción taxonómica. Estos dos últimos indicadores permiten deducir que las asociaciones de macrofauna en agregaciones densas de bivalvos están comprendidas por especies de diversos grupos taxonómicos, mientras que la macrofauna en agregaciones poco densas está comprendida por especies que pertenecen a pocos grupos taxonómicos. Las especies caracterizaron los bancos de baja densidad fueron: *M. forceps*, *O. angulata*, *C. auricula* y *C. florida*; a medida que se incrementa la densidad de los bivalvos se incorporan nuevas especies aumentando la riqueza. Adicionalmente la estructura taxonómica general de la fauna asociada presentó pocas especies por familia, por lo que el incremento de especies en bancos densos usualmente involucraba la adición de nuevas familias, incrementando la diversidad taxonómica del ensamble.

Se ha mencionado que los bivalvos que forman agregaciones pueden funcionar como bioingenieros al crear condiciones para el mantenimiento de algas y animales en ambientes costeros así como en aguas profundas (Turnipseed *et al.* 2004, Beck *et al.* 2009, 2011). La

tendencia general sobre estas agregaciones es que la diversidad y abundancia de la macrofauna en ellas es mayor que en el ambiente circundante (Gutiérrez *et al.* 2003), aunque se han observado excepciones de esta tendencia (Buschbaum *et al.* 2009). Entre los roles identificados para agregaciones de bivalvos se mencionan la reducción de la materia suspendida y de nutrientes en sedimentos (Newell & Koch 2004), así como la generación de un sustrato duro y heterogéneo que sirve de hábitat para múltiples especies, algunas de las cuales depredan los bivalvos (Gutiérrez *et al.* 2003). El número y composición de especies asociadas a los bivalvos en el presente estudio, demuestran que estos generan condiciones para el establecimiento de comunidades diferentes al entorno arenoso circundante, ajustándose al concepto de bioingenieros. Aunque queda por determinarse cuáles son los roles que controlan el desarrollo de las comunidades asociadas.

El incremento en la densidad de las agregaciones de bivalvos puede asociarse a un aumento en la complejidad topográfica del sustrato. Ambientes espacialmente complejos tienden a soportar comunidades faunísticas más ricas y complejas, posiblemente debido a que proveen mayor número de cavidades

(Abele 1974, Ricciardi *et al.* 1997). Entre las propiedades asociadas al incremento en la complejidad topográfica se mencionan el aumento del sustrato disponible, el número de nichos y modos de explotar recursos y la disminución en la efectividad de los depredadores (MacArthur & MacArthur 1961, Russo, 1987, Matias *et al.* 2010). Estas propiedades están asociadas al incremento en la riqueza y complejidad de las comunidades, y han sido señaladas en agregaciones densas de bivalvos.

Se ha indicado que bancos de bivalvos poseen gran cantidad de espacios intersticiales que sirven como refugio contra la predación para macrofauna móvil (Gosselin & Chia 1995, Borthagaray & Carranza 2007). Además el incremento en la complejidad estructural en agregaciones densas puede disminuir la competencia por el espacio entre miembros de la comunidad, ya que supone el incremento en el área total disponible y en la formación de mayor número de microhábitats (Crooks & Khim 1999, Guitierrez *et al.* 2003). Otros efectos asociados al incremento en las densidades de las agregaciones es el control de transporte de partículas (Gutiérrez *et al.* 2003), lo cual pudiera brindar un soporte trófico a las comunidades asociadas.

Además de la variación asociada a la densidad se encontró un porcentaje alto de la variación asociada a las réplicas existentes entre cada combinación, las cuales estaban separadas a una escala menor a 100m. Existen varios factores que pudieran generar esta variación, por ejemplo el tamaño de las parcelas o la variación en densidad de bivalvos dentro de cada categoría. Sin embargo no se descarta que estos sistemas presenten altas variaciones a pequeña escala, como ha sido señalado para bancos de bivalvos (Lintas & Seed 1994, Seed 1996, Erlandsson *et al.* 2005), así como para otros sistemas costeros en la región (Cruz-Motta 2007, Guerra-Castro *et al.* 2011, Fuentes 2012).

No fueron detectadas diferencias en la macrofauna asociada con agregaciones de *A. zebra* y *P. imbricata*, lo cual sugiere que funcionan entre sí como hábitats alternativos. Los

miembros de la macrofauna identificados en el presente estudio han sido señalados previamente en ambientes rocosos, praderas de *Thalasia testudinum*, y en ambientes arenosos, tanto en la isla de Cubagua como en otras localidades de Venezuela (Zoppi 1967, Rodríguez 1980, Capelo & Buitrago 1998, Hernández-Ávila *et al.* 2007, Hernández-Ávila 2010, Tagliafico *et al.* 2011). Aunque algunas de las especies señaladas son poco frecuentes o han sido reportadas para la región recientemente (Hernández-Ávila *et al.* 2007), no se detectaron especies que presentaran asociación exclusiva con las agregaciones de bivalvos estudiadas.

Trabajos previos han identificado el papel de agregaciones de bivalvos como hábitat potencial o como refugio para fauna bentónica (Ruiz *et al.* 1993, Dittel *et al.* 1995, Eggleston 1998, Posey *et al.* 1999). La estructura física de las agregaciones de bivalvos ha mostrado servir como sustrato para el reclutamiento de invertebrados marinos tanto en experimentos de laboratorio como en el campo (Welch *et al.* 1997, Eggleston *et al.* 1998). Además se ha demostrado la selección activa de agregaciones de bivalvos por parte de camarones en respuesta a la presencia de depredadores (Posey *et al.* 1999). La presencia de múltiples hábitats alternativos para el reclutamiento y refugio pudiera favorecer el mantenimiento de las poblaciones en el bentos (Eggleston *et al.* 1998, 1999). Las similitudes de las comunidades entre los bancos de diferentes especies, así como la distribución de las especies asociadas en otros hábitats aledaños sugieren que la persistencia local de la fauna es favorecida por la existencia de múltiples hábitats para el refugio y el reclutamiento de organismos.

Actualmente, las agregaciones de ambas especies (*A. zebra* y *P. imbricata*) son explotadas por la pesquería artesanal, *A. zebra* está sometida a mayor explotación para el procesamiento industrial, además de poseer mayor comercialización que *P. imbricata*. Numerosos esfuerzos han sido dirigidos al estudio de la biología de ambas especies, con el fin de desarrollar condiciones de cultivo y para determinar algunos lineamientos relacionados



a su extracción (Jiménez *et al.* 2000, Prieto *et al.* 2001b, Lodeiros *et al.* 2002, Marcano *et al.* 2005). De hecho, existen tanto vedas temporales como tallas mínimas de capturas para regular la pesca de ambos recursos (Novoa *et al.* 1998), sin embargo se observa que existen fallas en el cumplimiento de estas regulaciones y no se aplican mecanismos de vigilancia y control. La gran cantidad de fauna asociada reportada para ambas especies en estudios previos (Prieto *et al.* 2001a, Díaz & Liñero 2003, Licet *et al.* 2009) y en el presente, así como el efecto de la densidad de las agregaciones de moluscos en la estructura de la macrofauna, sugiere la importancia del control adecuado de estas pesquerías, para garantizar el mantenimiento de sus densidades y con ellas las comunidades bentónicas asociadas.

#### AGRADECIMIENTOS

Los pescadores de Punta de Piedras colaboraron en el traslado a las zonas de extracción de moluscos. Jesús Marcano y Hargadis Zanabria ayudaron en la logística de los muestreos. Este trabajo fue parcialmente financiado por INIA y CIUDONE. Los comentarios editoriales y de los árbitros ayudaron a incrementar la calidad del trabajo.

#### RESUMEN

Las agregaciones de bivalvos constituyen un microhábitat para una gran variedad de organismos en el ambiente intermareal, submareal y en aguas profundas. Agregaciones de la ostra perla (*Pinctada imbricata*) y pepitona (*Arca zebra*) a diferentes densidades poblacionales se evaluaron para determinar la composición y estructura comunitaria de la macrofauna asociada en tres taxa (Crustacea Decapoda, Mollusca y Echinodermata). La hipótesis nula de no diferencias en descriptores univariados y multivariados fue probada comparando la fauna asociada entre las agregaciones de las dos especies a tres niveles de densidad. En estas agregaciones se identificaron 102 especies de 55 familias. *Mithraculus forceps* (Majidae), *Crucibulum auricula* (Calyptraeidae) y *Ophiotrix angulata* (Ophiothrichidae) fueron las especies más comunes encontradas en estas asociaciones. Las densidades medias y altas de las agregaciones de bivalvos presentaron mayor número de especies, abundancia, diversidad de Shannon, equidad, diversidad taxonómica y distinción taxonómica

de la fauna asociada que las agregaciones de baja densidad poblacional. Análisis multivariados detectaron diferentes estructuras de los ensambles de la fauna asociada en agregaciones de bivalvos con densidad baja en comparación con los de densidad media y alta. Adicionalmente no se detectaron diferencias en la fauna asociada entre las especies. La densidad de las agregaciones de bivalvos, asociada a la complejidad topográfica, es un factor importante para la composición de la fauna asociada.

**Palabras clave:** crustáceos, moluscos, equinodermos, *Pinctada imbricata*, *Arca zebra*.

#### REFERENCIAS

- Abele, L. 1974. Species diversity of Decapoda crustaceans in marine habitats. *Ecology* 55: 156-161.
- Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.* 26: 32-46.
- Arias, A., R. Guzmán, R. Jiménez & R. Molinet. 2002. La pesquería de la pepitona, *Arca zebra*, en Chacopata, estado Sucre, Venezuela: Un análisis bioeconómico. *Zoot. Trop.* 20: 49-67.
- Beck, M.B., R.D. Brumbaugh, L. Airoidi, A. Carranza, L.D. Coen, C. Crawford, O. Defeo, G.J. Edgar, B. Hancock, M. Kay, H. Lenihan, M.W. Luckenbach, C.L. Toropova & G. Zhang. 2009. Shellfish Reefs at Risk: A Global Analysis of Problems and Solutions. TNC, Arlington, EE.UU.
- Beck, M.B., R.D. Brumbaugh, L. Airoidi, A. Carranza, L.D. Coen, C. Crawford, O. Defeo, G.J. Edgar, B. Hancock, M. Kay, H. Lenihan, M.W. Luckenbach, C.L. Toropova, G. Zhang & X. Guo. 2011. Oyster reefs at risk and recommendation for conservation, restoration, and management. *Bioscience* 61: 107-116.
- Borthagary, A.I. & A. Carranza 2007. Mussels as ecosystem engineers: Their contribution to species richness in a rocky littoral community. *Acta Oecol.* 31: 243-250.
- Bourget, E., J. De Guise & G. Daigle. 1994. Scales of substratum heterogeneity, structural complexity, and early establishment of a marine epibenthic community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 181: 31-51.
- Buschbaum, C., S. Dittmann, J. Hong, I. Hwang, M. Stras-ser, M. Thiel, N. Valdivia, S. Yoon & K. Reise. 2009. Mytilid mussels: global habitat engineering in coastal sediments. *Helgoland Mar. Res.* 63: 47-58.
- Capelo, J.C. & J. Buitrago. 1998. Distribución geográfica de los moluscos marinos en el oriente de Venezuela. *Mem. Soc. Cs. Nat. Salle* 58: 109-159.
- Carranza, A, O. Defeo & M. Beck. 2009a. Diversity, conservation status and threats to native oysters

- (Ostreidae) around the Atlantic and Caribbean coasts of South America. *Aquat. Conserv.* 19: 344-353.
- Carranza, A., O. Deffeo, M. Beck & J.C. Castilla. 2009b. Linking fisheries management and conservation in bioengineering species: the case of South American mussels (Mytilidae). *Rev. Fish Biol. Fisheries* 19: 349-366.
- Cervigón, F. 1997. Cubagua 500 años. Museo del Mar, Caracas, Venezuela.
- Cervigón, F. 1998. Las perlas en la historia de Venezuela. Museo del Mar, Caracas, Venezuela.
- Cervigón, F. 2005. Estudio bionómico de la isla de Cubagua. Informe FONACIT, Caracas, Venezuela.
- Chapman, M.G. & A.J. Underwood 1994. Dispersal of the intertidal snail, *Nodolittorina pyramidalis*, in response to the topographic complexity of the substratum. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 179: 145-169.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral. J. Ecol.* 18: 117-143.
- Clarke, K.R., P.J. Somerfield & M.G. Chapman 2006. On resemblance measures for ecological studies, including taxonomic dissimilarities and a zero-adjusted Bray–Curtis coefficient for denuded assemblages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 330: 55-80.
- Crooks, J.A. & H.S. Khim. 1999. Architectural vs. biological effects of a habitat altering, exotic mussel, *Musculista senhousia*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 240: 53-75.
- Cruz-Motta, J.J. 2007. Análisis espacial de las comunidades tropicales intermareales asociadas a los litorales rocosos de Venezuela. *Cs. Mar.* 33: 133-148.
- De Grave, S., N.D. Pentcheff, S.T. Ah Yong, T. Chan, K.A. Crandall, P.C. Dworschak, D.L. Felder, R.M. Feldmann, C.H. Fransen, L.Y. Goulding, R. Lemaitre, M.E. Low, J.W. Martin, P.K. Ng, C.E. Schweitzer, S.H. Tan, D. Tshudy & R. Wetzer. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles B. Zool.* 21: 1-109.
- Díaz, O. & I. Liñero. 2003. Poliquetos epibiontes de *Pinctada imbricata* Röding, 1798 (Bivalvia: Pteridae) en el golfo de Cariaco, Venezuela. *Interciencia* 28: 298-301.
- Díaz, J.M. & M. Puyana. 1994. Moluscos de Caribe colombiano: un catálogo ilustrado. Invenmar, Colombia.
- Dittel, A., A. Hines, G. Ruiz & K. Ruffin. 1995. Effects of shallow-water refuge on behavior and density-dependent mortality of juvenile blue crabs in Chesapeake Bay. *Bull. Mar. Sci.* 57: 902-916.
- Eggleston, D.B., L.L. Etherington & W.E. Elis. 1998. Organism response to habitat patchiness: species and habitat-dependent recruitment of decapod crustaceans. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 223: 111-132.
- Eggleston, D.B., W.E. Elis, L.L. Etherington, C.P. Dahlgren & M.H. Posey. 1999. Organism responses to habitat fragmentation and diversity: Habitat colonization in estuarine macrofauna. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 236: 107-132.
- Erlandsson, J., C.D. McQuaid & V.E. Kostylev. 2005. Contrasting spatial heterogeneity of sessile organisms within mussel (*Perna perna* L.) beds in relation to topographic variability. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 314: 79-97.
- Fuentes, Y. 2012. Macrofauna asociada a *Halimeda opuntia* en las islas de Cubagua y La Tortuga, Venezuela. Trabajo de grado Licenciatura, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela.
- Galkin, S.V. & E.I. Goroslavskaya. 2008. Bottom fauna associated with mussel beds and alvinellid communities in the hydrothermal field at 9°N of the East Pacific Rise. *Oceanology* 48: 509-516.
- Gómez, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el noroeste de Venezuela. *Interciencia* 21: 140-146.
- Gosselin, L.A. & F.S. Chia. 1995. Distribution and dispersal of early juvenile snails: effectiveness of intertidal microhabitats as refuges and food sources. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 128: 213-223.
- Guerra-Castro, E., J.J. Cruz-Motta & J.E. Conde. 2011. Cuantificación de la diversidad de especies incrustantes asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle* L. en el Parque Nacional Laguna de la Restinga. *Interciencia* 36: 223-230.
- Gutiérrez, J.L., C.G. Jones, D.L. Strayer & O. Iribarne. 2003. Mollusks as ecosystems engineers: the role of the shell production in aquatic environments. *Oikos* 101: 79-90.
- Hendler, G., J.E. Miller, D.L. Pawson & P.M. Kier. 1995. Sea Stars, Sea Urchins, and Allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Institution, Washington, EE.UU.
- Hernández-Ávila, I., A. Gómez, C. Lira & L. Galindo. 2007. Benthic decapod crustaceans (Crustacea: Decapoda) from Cubagua Island, Venezuela. *Zootaxa* 1557: 33-45.
- Hernández-Ávila, I. 2010. Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de la isla de Cubagua, Venezuela. Tesis Maestría, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná, Venezuela.
- Hurlbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecol. Monogr.* 54: 187-211.
- Jacobi, C.M. 1987. The invertebrate fauna associated with intertidal beds of the brown mussel *Perna perna* (L.) from Santos, Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna E.* 22: 37-72.
- Jiménez, M., C. Lodeiros & B. Márquez. 2000. Captación de juveniles de la Madre Perla *Pinctada imbricata*

- (Röding, 1798) con colectores artificiales en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Caribb. J. Sci.* 36: 221-226.
- Jones, C.G., J.H. Lawton & M. Shachak. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* 78: 1946-1957.
- Licet, B., V. Acosta, A. Prieto & N. García. 2009. Contribución al conocimiento de los macromoluscos asociados a la *Pepitona*, *Arca zebra* (Swainson, 1833), en el banco natural de Chacopata, Península de Araya, Venezuela. *Zoot. Trop.* 27: 195-203.
- Lintas, C. & R. Seed. 1994. Spatial variation in the fauna associated with *Mytilus edulis* on a wave-exposed rocky shore. *J. Mollusc. St.* 60: 165-174.
- Lintas, C. & R. Seed. 1996. Spatial variation in the fauna associated with *Mytilus edulis* on a wave-exposed rocky shore. *J. Mollusc. St.* 60: 165-174.
- Lodeiros, C., D. Pico, A. Prieto, N. Narváez & A. Guerra. 2002. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Röding 1758) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquacut. Int.* 10: 327-338.
- McArdle, B.H. & M.J. Anderson. 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance based redundancy analysis. *Ecology* 82: 290-297.
- MacArthur, R.H. & J.W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Mackenzie, C., L. Troccoli & L. León. 2003. History of the Atlantic Pearl-Oyster, *Pinctada imbricata*, industry in Venezuela and Colombia, with biological and ecological observations. *Mar. Fish. Rev.* 65: 1-20.
- Marcano, J., A. Prieto, A. Lárez, J. Alió & H. Sanabria. 2005. Crecimiento y mortalidad de *Pinctada imbricata* (Mollusca: Pteridae) en Guamachito Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. *Cienc. Mar.* 31: 387-397.
- Matías, M.G., A.J. Underwood, D.F. Hochuli & R.A. Coleman. 2010. Independent effects of patch size and structural complexity on diversity of benthic macroinvertebrates. *Ecology* 91: 1908-1915.
- Newell, R.I. & E.W. Koch. 2004. Modeling seagrass density and distribution in response to changes in turbidity stemming from bivalve filtration and seagrass sediment stabilization. *Estuaries* 27: 793-806.
- Novoa, D., J. Mendoza, L. Marcano & J. Cárdenas. 1998. El Atlas pesquero marítimo de Venezuela. MAC-SARPA y VECEP. Caracas, Venezuela.
- Otte, E. 1977. La perla del Caribe, Nueva Cádiz de Cubagua. Boulton, Caracas, Venezuela.
- Pech, D., P.L. Ardisson & E. Bourget. 2001. Settlement of a tropical marine epibenthic assemblage on artificial panels: Influence of substratum heterogeneity and complexity scales. *Estuar. Coast. Shelf S.* 55: 743-750.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecological diversity*. Wiley, Nueva York, EE.UU.
- Posey, M.H., C.M. Powel, T.D. Alphin & E. Townsend. 1999. Use of oyster reefs as habitat for epibenthic fish and decapods. In M. Luckenbach, R. Mann & J. Wesson (eds.). *Oyster reef habitat restoration: A Synopsis and Synthesis of Approaches*. Maryland Sea Grant, Virginia, EE.UU.
- Prieto, A., O. Ramos, D. Arrieche, J. Villalba & C. Lodeiros. 2001a. Producción secundaria e índice de condición en *Arca zebra* (Mollusca: Bivalvia) del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 49: 599-608.
- Prieto, A., L. Ruíz, N. García & M. Álvarez. 2001b. Diversidad malacológica en una comunidad de *Arca zebra* (Mollusca: Bivalvia) en Chacopata, Estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 49: 591-598.
- Ricciardi, A., F. Whoriskey & J. Rasmusen. 1997. The role of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in structuring macroinvertebrate communities on hard substrata. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 2596-2608.
- Rodríguez, G. 1980. *Crustáceos decápodos de Venezuela*. IVIC, Caracas, Venezuela.
- Rosenberg, G. 2009. *Malacolog 4.1.1: A Database of Western Atlantic Marine Mollusca*.
- Ruiz, G., A. Hines & M. Posey. 1993. Shallow water as refuge habitat for fish and crustaceans in nonvegetated estuaries: An example from Chesapeake Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 99: 1-16.
- Russo, A.R. 1987. Role of habitat complexity in mediating predation by the gray damselfish *Abudefduf sordidus* on epiphytal amphipods. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 36: 101-105.
- Seed, R. 1996. Patterns of biodiversity in the macroinvertebrate fauna associated with mussel patches on rocky shores. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 76: 203-210.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Tech. J.* 27: 379-423.
- Tagliafico, A., M.S. Rangel & N. Rago. 2011. Distribución y densidad de dos especies de holoturoideos en la isla de Cubagua, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 59: 843-852.
- Thiel, M. & N. Ulrich. 2002. Hard rock versus soft bottom: the fauna associated with intertidal mussel beds on hard bottom along the coast of Chile, and considerations on the functional role of mussel beds. *Helgoland Mar. Res.* 56: 21-30.
- Tsuchiya, M. & M. Nishihira. 1985. Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal animals: effect of island size on community structure. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 25: 71-81.
- Tsuchiya, M. & M. Nishihira. 1986. Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal animals: effect of *Mytilus* age structure on the species composition

- of the associated fauna and community organization. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 31: 171-178.
- Turnipseed, M., K.E. Kinck, R.N. Lipsius, J. Drejer & C.L. Van Dover. 2004. Diversity in mussel beds at deep-sea hydrothermal vents and cold seeps. *Ecol. Lett.* 6: 518-523.
- Van Dover, C.L. & J. Trask. 2000. Diversity at deep-sea hydrothermal vent and intertidal mussel beds. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 195: 169-178.
- Villafranca, S. & M. Jiménez. 2004. Abundancia y diversidad de moluscos asociados al mejillón verde *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) en Guayacán, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Ocenogr. Venezuela, Univ. Oriente* 43: 65-76.
- 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. *Rev. Biol. Trop.* 54: 135-144.
- Warwick, R.M. & K.R. Clark. 1995. "New biodiversity" measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 129: 301-305.
- Welch, J.M., D. Rittschof, T.M. Bullock & R.B. Forward. 1997. Effects of chemical cues on settlement behavior of blue crab *Callinectes sapidus* postlarvae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 154: 143-153.
- Zoppi, E. 1967. Contribución al estudio de los equinodermos de Venezuela. *Acta Biol. Ven.* 5: 266-333.

APÉNDICE 1

Crustáceos decápodos, moluscos y equinodermos asociados a bancos de *P. imbricata* y *A. zebra* en isla de Cubagua, Venezuela

APPENDIX 1

Decapod crustaceans, mollusks and echinoderms associated to *P. imbricata* and *A. zebra* beds in Cubagua Island, Venezuela

TAXON	Especie	TAXON	Especie
<b>MOLLUSCA, GASTROPODA</b>		CRASSATELLIDAE	<i>Eucrassatella speciosa</i>
FISSURELLIDAE	<i>Diodora cayenensis</i>	<b>POLYPLACOPHORA</b>	
	<i>Diodora variegata</i>	ACANTHOCHITONIDAE	<i>Acanthochitona rodea</i>
TROCHIDAE	<i>Calliostoma juvenum</i>		<i>Acanthochitona venezuelana</i>
	<i>Calliostoma pulchrum</i>	CHAETOPLEURIDAE	<i>Chaetopleura janeirensis</i>
	<i>Tegula excavata</i>	ISCHNOCHITONIDAE	<i>Ischnochiton</i> sp.
	<i>Tegula lividumaculata</i>		<i>Ischnochiton striolatum</i>
TURBINIDAE	<i>Astraea coelata</i>	<b>CRUSTACEA, DECAPODA</b>	
	<i>Turbo castanea</i>	SICYONIIDAE	<i>Sicyonia laevigata</i>
NASSARIIDAE	<i>Nassarius consensus</i>	STENOPODIDAE	<i>Stenopus scutellatus</i>
	<i>Nassarius vibex</i>	ALPHEIDAE	<i>Alpheus armillatus</i>
CALYPTRAEIDAE	<i>Crucibulum auricula</i>		<i>Alpheus beani</i>
MURICIDAE	<i>Chicoreus brevifrons</i>		<i>Alpheus normanni</i>
	<i>Murex messorius</i>		<i>Alpheus</i> sp.
	<i>Murex</i> sp. (juvenil)		<i>Synalpheus cf. minus</i>
FASCIOLARIIDAE	<i>Leucozonia nassa</i>	PALAEMONIDAE	<i>Cuapetes americanus</i>
TONNIDAE	<i>Tonna maculosa</i>		<i>Periclimenes iridiscens</i>
VOLUTIDAE	<i>Voluta musica</i>		<i>Periclimenes yucatanicus</i>
OLIVIDAE	<i>Olivella nivea</i>	HIPPOLYTIDAE	<i>Thor manningi</i>
MARGINELLIDAE	<i>Volvarina albolineata</i>		no id.
	<i>Hyalina</i> sp.	PROCESSIDAE	<i>Processa bermudensis</i>
	<i>Prunum marginatum</i>	DIOGENIDAE	<i>Clibanarius antillensis</i>
CYSTISCIDAE	<i>Persicula interruptolineata</i>		<i>Petrochirus diogenes</i>
BULLIDAE	<i>Bulla striata</i>	PAGURIDAE	<i>Pagurus brevidactylus</i>
<b>BIVALVIA</b>		PORCELLANIDAE	<i>Petrolisthes armatus</i>
ARCIDAE	<i>Anadara brasiliensis</i>		<i>Petrolisthes galathinus</i>
	<i>Arca imbricata</i>	DROMIIDAE	<i>Moreiradromia antillensis</i>
	<i>Barbatia cancellaria</i>	INACHIDAE	<i>Podocheila riseii</i>
	<i>Barbatia dominguensis</i>		<i>Stenorhynchus seticornis</i>
CHAMIDAE	<i>Chama florida</i>	MAJIDAE	<i>Hemus cristulipes</i>
	<i>Chama macerophylla</i>		<i>Macrocoeloma trispinosum</i>
	<i>Chama sinuosa</i>		<i>Microphrys bicornutus</i>
LUCINIDAE	<i>Codakia orbicularis</i>		<i>Mithraculus forceps</i>
MYTILIDAE	<i>Lithophaga aristata</i>		<i>Mithrax</i> sp.
	<i>Modiolus americanus</i>		<i>Mithrax verrucosus</i>
	<i>Modiolus squamosus</i>		<i>Stenocionops coelata</i>
OSTREIDAE	<i>Ostrea equestris</i>	EPIALTIIDAE	<i>Pitho lherminieri</i>
ANOMIIDAE	<i>Pododesmus rudis</i>		<i>Tyche emarginata</i>
PECTINIDAE	<i>Aequipecten lineolaris</i>	PORTUNIDAE	<i>Portunus ordwayi</i>
	<i>Argopecten nucleus</i>	XANTHIDAE	<i>Cataleptodius floridanus</i>
	<i>Chlamys</i> sp.		<i>Micropanope</i> sp.
PPLICATULIDAE	<i>Plicatula gibbosa</i>		<i>Platipodiella spectabilis</i>

APÉNDICE 1 (Continuación)  
 Crustáceos decápodos, moluscos y equinodermos asociados a bancos de *P. imbricata* y *A. zebra*  
 en isla de Cubagua, Venezuela

APPENDIX 1 (Continued)  
 Decapod crustaceans, mollusks and echinoderms associated to *P. imbricata* and *A. zebra*  
 beds in Cubagua Island, Venezuela

TAXON	Especie	TAXON	Especie
PANOPEIDAE	<i>Panopeus herbstii</i>	OPHIACTIDAE	<i>Ophiactis savignyi</i>
	<i>Panopeus</i> sp.	AMPHIURIDAE	<i>Ophiostigma isocanthum</i>
PILUMNIDAE	<i>Pilumnus caribaeus</i>	OPHIOTRICHIDAE	<i>Ophiothrix angulata</i>
	<i>Pilumnus dasypodus</i>		<i>Ophiothrix orstedii</i>
PINNOTHERIDAE	<i>Calyptraeotheres hernandezii</i>	<b>ECHINOIDEA</b>	
<b>ECHINODERMATA, ASTEROIDEA</b>		CLYPEASTERIDAE	<i>Clypeaster subdepressus</i>
ECHINASTERIDAE	<i>Echinaster echinophorus</i>	ARBACIIDAE	<i>Arbacia punctulata</i>
LUIDIIDAE	<i>Luidia alternata</i>	TOXOPNEUSTIDAE	<i>Lytechinus variegatus</i>
<b>OPHIUROIDEA</b>		<b>HOLOTHUROIDEA</b>	
OPHIURIDAE	<i>Ophiolepis impressa</i>	CUCUMARIIDAE	<i>Aslia surinamensis</i>
OPHIOCOMIDAE	<i>Ophiocomella ophiactoides</i>	HOLOTHURIDAE	<i>Holothuria mexicana</i>
OPHIODERMATIDAE	<i>Ophioderma appressa</i>		<i>Holothuria grisea</i>
	<i>Ophioderma brevispina</i>	STICHOPODIDAE	<i>Isostichopus badionotus</i>
	<i>Ophioderma cinerea</i>		
	<i>Ophioderma brevicauda</i>		