

Variación espacial del macrobentos intermareal en playas arenosas de alta energía del noroeste del Golfo de Venezuela

Mario L. Nava y Héctor J. Severeyn*

Laboratorio de Sistemática de Invertebrados Acuáticos, Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

Recibido: 10-05-10 Aceptado 21-09-10

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar la variación espacial del macrobentos intermareal de playas arenosas de alta energía del noroeste del Golfo de Venezuela, y relacionar ésta con la salinidad del agua, granulometría y materia orgánica del sedimento. Se realizaron tres muestreos entre los años 2004 y 2005, en cuatro playas (Neima, Cojoro, Porshoyle y Castilletes) ubicadas en la costa noroeste del Golfo. Para cada playa se efectuó un transecto de 50 metros en la zona intermareal, perpendicular a la costa y en marea baja; con una draga Ekman se tomaron 5 muestras cada 10 metros, de las cuales tres fueron para estudios biológicos y dos para análisis del sedimento. Se encontraron los fila Mollusca y Arthropoda en las cuatro playas, excepto en Cojoro que contó además con la presencia del filum Annelida. Se identificó un total de 7429 individuos comprendidos en 196 especies. Los valores de diversidad, riqueza y equidad aumentaron de Neima ($H' = 1,78$; $S = 82$; $J = 0,4$), Cojoro ($H' = 1,98$; $S = 100$; $J = 0,4$), Porshoyle ($H' = 2,42$; $S = 90$; $J = 0,52$), a Castilletes ($H' = 3,32$; $S = 134$; $J = 0,66$), mientras que los valores de densidad fueron mayores en las playas con mayor proporción de sedimentos gruesos.

Palabras clave: Bentos, intermareal, playa arenosa de alta energía, Golfo de Venezuela.

Spatial variation of the intertidal benthic macroinvertebrates in high energy sandy beaches of the north-west coast of the Gulf of Venezuela

Abstract

The present work had the objective to study the spatial variation of the intertidal macrobenthos in high energy sandy beaches of the northwest coast of the Gulf of Venezuela, and to relate it with the water salinity, grain size and organic matter content. Three samplings were taken between 2004 and 2005 journeys, in four beaches (Neima, Cojoro, Porshoyle and Castilletes) located along the northwest coast of the gulf. In each beach five samples was taken each 10 meters, on one 50 meters transect in the intertidal zone, perpendicular to the coast, during low tide; with an Ekman dredge three samples for biological data and two samples for sediment analysis was taken. The beaches were represented for the Mollusca and Arthropoda phylum, except in Cojoro, that additionally had the presence of the Annelida phylum. A total of 7429 in-

* Autor para la correspondencia: mariolesternava@yahoo.com

dividuals included in 196 species were identified. The values of the diversity, richness and evenness increased from Neima ($H' = 1,78$; $S = 82$; $J = 0,4$), Cojoro ($H' = 1,98$; $S = 100$; $J = 0,4$), Porshoyle ($H' = 2,42$; $S = 90$; $J = 0,52$) to Castilletes ($H' = 3,32$; $S = 134$; $J = 0,66$), whereas density of organisms was greater in the beaches with the biggest percents of large size sediments.

Key words: Benthos, intertidal, high energy sandy beach, Gulf of Venezuela.

Introducción

Las agregaciones espaciales de organismos o parches, pueden tener diferentes causas, como lo son fenómenos conductuales, competencia, disponibilidad de alimento, perturbación y factores físicos, entre otros. La densidad de la macrofauna intermareal sufre importantes variaciones espaciales a lo largo de las playas de arena y a pesar de que esta heterogeneidad espacial es un fenómeno recurrente en estos sistemas, ha recibido escasa atención por parte de los ecólogos de playas (1).

Son diversos los estudios acerca del macrobentos de fondos blandos a nivel mundial (2-7), incluyendo ambientes de alta energía. En Venezuela el estudio del bentos se ha enfocado mayormente a otro tipo de ambientes, como lagunas, lagos, aguas profundas, caños y praderas de *Thalassia* (8-13), siendo la mayoría orientados únicamente a moluscos.

Las playas de alta energía constituyen un ambiente interesante, en vista de que a nivel de la zona litoral se crean condiciones que sólo los organismos especializados pueden tolerar (14). El efecto hidrodinámico del agua es de suma importancia en este tipo de ambientes, donde la energía de las olas viene dada por factores determinantes como el viento y la inclinación del fondo litoral (15). En Venezuela existen pocos estudios publicados sobre el bentos de playas arenosas de alta energía (16-17).

Por todo lo anterior, es necesario iniciar y/o continuar el estudio del bentos en el Golfo de Venezuela, para así aportar conocimientos que contribuyan al empeño regional, nacional y mundial abocado al recono-

cimiento y protección de la biodiversidad costera, en especial en áreas que han sido poco estudiadas, pese a que se encuentran amenazadas por el avance poblacional humano.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la variación espacial del macrobentos intermareal en las playas arenosas de alta energía del noroeste del Golfo de Venezuela, y relacionar su presencia con la salinidad, materia orgánica y la composición granulométrica del sedimento.

Materiales y métodos

Área de estudio

La costa noroeste del Golfo de Venezuela, correspondiente a la Península de la Guajira, comprende una extensión costera de 200 Kms aproximadamente. Se escogieron cuatro playas arenosas de alta energía (estaciones): 1- Neima, 2- Cojoro, 3- Porshoyle y 4- Castilletes (figura 1). Neima ($11^{\circ} 33' 12''$ N y $71^{\circ} 58' 03''$ O), se caracteriza por estar directamente expuesta a la acción del oleaje al ser perpendicular a la dirección de la corriente, es de pendiente moderada y en ella desemboca el caño del mismo nombre; Cojoro ($11^{\circ} 37' 57''$ N y $71^{\circ} 50' 36''$ O), es una playa de suave pendiente; Porshoyle ($11^{\circ} 44' 42''$ N y $71^{\circ} 33' 40''$ O), está constituida por un pequeño bosque de mangle adyacente a la costa, la cual posee sedimentos arenosos alternados con zonas fangosas; también posee una suave pendiente; finalmente Castilletes ($11^{\circ} 48' 30''$ N y $71^{\circ} 23' 25''$ O), es una playa de pendiente moderada, adyacente a la Laguna de Cocinetas y ubicada en la porción más al norte de la Guajira venezolana, posee en su adya-

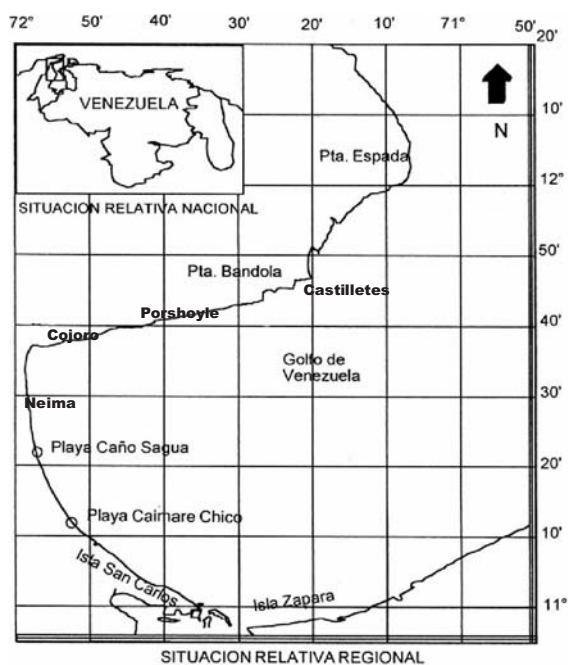


Figura 1. Área de estudio y ubicación de las playas estudiadas (estaciones).

encia bancos de *Thalassia* y arrecifes de coral (18).

Muestreos y trabajo de laboratorio

Se realizaron tres muestreos, entre los años 2004 (Junio y Julio) y 2005 (Marzo), en cada una de las playas. Las muestras se colectaron a lo largo de un transecto de 50 metros (m), perpendicular a la costa y durante marea baja. Cada 10 m, desde la línea de marea alta, se tomaron cinco muestras perpendiculares al transecto (tres réplicas para macrobentos y dos para granulometría y materia orgánica), espaciadas cada 2 m con una draga Ekman (0,022 m²). En el laboratorio las muestras se pasaron a través de un tamiz de 600 μm y luego se identificaron los organismos bajo una lupa estereoscópica, hasta el nivel taxonómico más bajo posible utilizando la literatura especializada (19-25). Para el análisis de datos se tomaron en cuenta tanto organismos vivos como muertos (conchas de moluscos), exceptuando esto para el análisis de zonación de especies, para el cual sólo se utilizaron los organis-

mos vivos. Los especímenes colectados se encuentran depositados en la sección de Invertebrados Acuáticos del Museo de Biología de la Universidad del Zulia (MBLUZ), Maracaibo, Venezuela.

Para cada una de las playas se determinó la salinidad de cada punto de muestreo con un salinómetro refractómetro, la granulometría del sedimento por medio de un granulómetro con una batería de tamices de 850, 355, 212 y 150 μm de tamaño de poro; y la cantidad de materia orgánica particulada por el método de ignición y pérdida de peso (26). Se aplicó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), la riqueza (S) se expresó como número total de especies y se determinó la equidad de Shannon (J); la densidad de organismos se expresó en individuos por metro cuadrado (Inds/m²). Se aplicó una prueba ANOVA con el programa Statgraphics Centurión XV 15.2.06, para observar si existían diferencias en la salinidad de las playas y una prueba de Tukey para analizar el origen de las diferencias; se empleó una correlación de Spearman para estudiar la relación entre las variables ecológicas y los parámetros fisicoquímicos, para tal fin se utilizó el programa SPSS 10.0.6. Se realizó un análisis de agrupamiento entre las playas, con una matriz de ausencia y presencia de especies, a través del método de promedio no ponderado de grupos apareados y distancias euclidianas, utilizando el programa Statistica 7.0.

Resultados y discusión

Variables fisicoquímicas de las playas

Los valores de salinidad promedio aumentaron desde la playa Neima (29,44 UPS), Cojoro (31,79 UPS), Porschoyle (33,55 UPS) hasta Castilletes (34,4 UPS). El ANOVA mostró diferencias significativas entre las playas estudiadas ($p= 0,02$), la prueba de Tukey mostró que estas diferencias se encontraban entre Neima y Castilletes. Sin embargo estas diferencias están influenciadas por la variabilidad temporal y no la espacial, ya

que la salinidad cambia con los periodos de lluvia y sequía (13, 16). Aun cuando existe un aparente aumento espacial de la salinidad de Neima a Castilletes, la diferencia estadística es consecuencia de las lluvias registradas en la zona objeto de estudio durante el periodo de muestreo (entre Julio 2004 y Marzo 2005), lo que resultó en la disminución de la salinidad en las playas, Neima y Cojoro.

La tabla 1 muestra los resultados promedio del análisis granulométrico. Neima presentó mayores fracciones de arena muy gruesa (18,75%), arena gruesa (35,25%) y arena media (20,32%); Contrariamente a ésta, la playa Cojoro estuvo principalmente conformada por sedimentos más finos, predominando siempre la arena fina, y la porción arenosa representó casi el 81%.

Porshoyle al igual que Cojoro, estuvo caracterizada por sedimentos finos cuyas proporciones de arena media y fina fueron mayores con respecto a las otras playas. Su textura al igual que la de las playas anteriores es arenosa representando esta más del 97,06%.

Castilletes, estuvo conformada por sedimentos mezclados de arena muy gruesa, arena gruesa y arena fina principalmente. Esta playa presenta una textura que en promedio es 90,82% arenosa, con fracciones más proporcionadas entre sí (tabla 1). En líneas generales la granulometría presentó una variación evidente ya que Neima y Castilletes, poseen en general, porcentajes de

arena gruesa y muy gruesa más elevados que las playas de Cojoro y Porshoyle, lo que hace que las estaciones 1 y 4 sean más similares desde el punto de vista granulométrico, pero distintas a las estaciones 2 y 3, que a su vez son semejantes entre sí. Los sedimentos de las zonas litorales del Noroeste y Este del Golfo de Venezuela se caracterizan por ser de textura arenosa, tal como lo destacan otros estudios (12, 13).

Se observó que la playa de Neima presentó el menor contenido de materia orgánica, y Castilletes el mayor, mientras que las playas de Cojoro y Porshoyle se caracterizaron por presentar valores intermedios muy cercanos entre sí. Las cantidades de materia orgánica suelen aumentar a medida que aumentan los sedimentos más finos como limo y arcilla (12), Neima es la estación que presentó menor proporción de sedimentos de pequeño tamaño y por tanto fue la que presentó los menores niveles de materia orgánica (0,76%). Las playas de Cojoro y Porshoyle, son muy similares entre sí, ya que presentan fracciones de arena media y fina muy parecidas, y contenidos de materia orgánica prácticamente iguales (1,02% y 1,01% respectivamente). Castilletes presentó el mayor contenido orgánico (1,47%), más sin embargo sus sedimentos más finos no fueron mayores a los de las playas de Cojoro y Porshoyle. Esto puede deberse a las maneras particulares en que reciben los aportes de materia orgánica cada una de estas playas, Castilletes tiene adyacente a ella la Laguna de Cocinetas que de alguna manera

Tabla 1
Granulometría promedio de las playas estudiadas. En negrillas los mayores valores promedio de cada variable

Playa	% Arena muy gruesa	% Arena gruesa	% Arena media	% Arena fina	% Arena muy fina, limo y arcilla
Neima	18,75	35,25	20,32	15,87	9,81
Cojoro	2,94	11,56	25,23	40,69	19,58
Porshoyle	1,63	16,14	49,56	29,73	2,94
Castilletes	22,73	24,76	16,10	27,23	9,18

podría estar contribuyendo al aporte de material orgánico a la zona costera.

Diversidad bentónica

Se obtuvo un total de 7429 individuos, pertenecientes a 196 especies distribuidas en las cuatro playas estudiadas (tabla 2), dominando numéricamente el filum Mollusca (Bivalvia, Gasteropoda y Scaphopoda), seguido por los crustáceos (Isopoda, Amphipoda y Decapoda) y finalmente los anélidos (Polychaeta). De las especies encontradas sólo 26 presentaron por lo menos un ejemplar vivo, representando sólo el 13,26% de la riqueza de especies encontradas en toda el área de estudio (tabla 2).

En líneas generales la playa con mayor densidad de individuos fue Castilletes, seguida por Neima, Cojoro y Porshoyle, observándose una mayor densidad en las playas con mayor proporción de sedimentos de mayor tamaño, siendo la granulometría uno de los factores que mostró mayor relación y relevancia en la distribución de los macroinvertebrados. La correlación de Spearman mostró relación significativa, de las fracciones de arena muy gruesa ($r^2 = 0,647$, $p < 0,01$) y arena media ($r^2 = -0,603$, $p < 0,05$), directa e inversamente proporcionales respectivamente, con la densidad. Si se contrastan los valores obtenidos de densidad con las fracciones de los sedimentos de arena muy gruesa, se puede notar como a medida que aumenta o disminuye esta fracción, los valores de densidad también lo hacen (figura 2). Con respecto a la fracción de arena media se observa todo lo contrario, a medida que ésta aumenta, la densidad de organismos disminuye; esto puede deberse en gran medida a la acción hidrodinámica de las olas, la cual lleva los sedimentos de mayor tamaño y peso a las zonas litorales, siendo así óptimas para la infauna (15). También es importante destacar, que las variaciones en densidad a una misma profundidad se han atribuido al tamaño del grano del sedimento y al contenido de materia orgánica (27).

La granulometría también es un factor determinante e importante para la zonación del macrobentos. Las playas de Neima y Castilletes presentan en marea baja olas de mayor energía que las presentes en Cojoro y Porshoyle. Esto se debe al grado de inclinación del suelo litoral, el cual es mayor en Neima y Castilletes; en las playas de fondos poco inclinados a nivel de la costa, la energía de las olas tiende a disminuir y por tanto esto puede afectar la mezcla de los sedimentos (15). La fauna malacológica bentónica del Golfo de Venezuela y de las zonas adyacentes exhibe una distribución particular, que esta íntimamente relacionada con el carácter granulométrico del sedimento y con la batimetría, los sedimentos muy finos inhiben la presencia de estos organismos. Por ello se ha destacado la ausencia de moluscos en la porción central del Golfo de Venezuela, ya que es una zona constituida por un medio sedimentario muy limoso e inclusive arcilloso (11).

El valor promedio de la densidad del bentos en este estudio, 3778 inds/m², es menor que la densidad reportada para las playas de Caño Sagua y Caimare chico (6632 Inds/m²), siendo estos también ambientes de alta energía del Golfo de Venezuela (16).

Aun cuando se encontraron diferencias significativas con respecto a la salinidad entre las playas estudiadas, no se halló una relación directa de este parámetro con la densidad e índices ecológicos. Esto es común en ambientes marinos, no así en ambientes estuarinos en donde sí se pueden observar gradientes espaciales y temporales significativos, y cambios claros en la composición y densidad faunística a medida que se avanza en el mismo (28, 29).

La diversidad, riqueza y equidad presentan en líneas generales un aumento gradual desde la playa Neima hasta Castilletes (tabla 3); se obtuvo una relación significativa ($p < 0,01$) entre la diversidad ($r^2 = 0,663$) y la equidad ($r^2 = 0,667$) con respecto al conte-

Tabla 2

Especies encontradas en las playas arenosas de alta energía de la costa noroeste del Golfo de Venezuela

MOLLUSCA	<i>Cyrtopleura costata</i>	<i>Trachycardium magnum</i>	<i>Cingula floridana</i>	<i>Mellanella arcuata</i>
Bivalvia	<i>Diplodonta nucleiformis</i>	<i>Trachycardium muricatum</i>	<i>Circulus multistriatus</i>	<i>Mitrella lunata</i>
<i>Abra aequalis*</i>	<i>Diplodonta notata</i>	<i>Tranzenella stimpsoni*</i>	<i>Cochliolepis parasitica</i>	<i>Modolus modulus</i>
<i>Aequipecten muscosus</i>	<i>Donax striatus*</i>	<i>Yoldia pelprotracta</i>	<i>Cocullina sp</i>	<i>Neritina virginea</i>
<i>Anadara chemnitzii</i>	<i>Donax tumidus*</i>	<i>Coralliophilla aberrans</i>	<i>Conus sp</i>	<i>Odostomia aepynota</i>
<i>Anadara lienosa floridana</i>	<i>Donax denticulatus*</i>	Gasteropoda	<i>Crepidula glauca</i>	<i>Odostomia astricta</i>
<i>Anadara notabilis</i>	<i>Echinochama arcinella</i>	<i>Aclis sp</i>	<i>Crepidula acuelata</i>	<i>Odostomia barkleyensis</i>
<i>Anadara ovalis</i>	<i>Ervilia concentrica*</i>	<i>Acmaea sp</i>	<i>Crepidula plana</i>	<i>Odostomia pocahontase</i>
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	<i>Glycemeris decussata</i>	<i>Acteón puntostriatus</i>	<i>Cyclostrema cancellatum</i>	<i>Odostomia seminuda</i>
<i>Arca imbrincata</i>	<i>Glycemeris sp</i>	<i>Alabina cerithioides</i>	<i>Cyclostremicus beauii</i>	<i>Odostomia laevigata</i>
<i>Arca zebra</i>	<i>Leptom lepidum</i>	<i>Anachis mangelioides</i>	<i>Cyclostremicus xantusi</i>	<i>Olivella floraria</i>
<i>Arcopsis adamsi</i>	<i>Leptopecten bavayi</i>	<i>Anachis pulchella</i>	<i>Cyclostremicus pentagonus</i>	<i>Olivella petiolita</i>
<i>Barbatia candida</i>	<i>Lioberus costaneus</i>	<i>Anticlimax pilsbryi</i>	<i>Cylichna bidentata</i>	<i>Olivella acteocina</i>
<i>Bentharca sagrinata</i>	<i>Macoma tenta</i>	<i>Arene tricarinata</i>	<i>Diastoma fastigiatum</i>	<i>Olivella dealbata</i>
<i>Brachiodontes exustus</i>	<i>Macoma tageliformis</i>	<i>Athleene burrii</i>	<i>Diastoma varium*</i>	<i>Olivella minuta</i>
<i>Brachiodontes citrinus</i>	<i>Modiolus americanus</i>	<i>Balcis intermedia</i>	<i>Diodora variegata</i>	<i>Parviturboides interruptus</i>
<i>Cardita gracilis</i>	<i>Modiolus sp</i>	<i>Bittium rugatum</i>	<i>Diodora listeri</i>	<i>Pseudomalaxis nobilis</i>
<i>Cardyomia perrostrata</i>	<i>Mulinia lateralis</i>	<i>Caecum antillarum</i>	<i>Engina turbinella</i>	<i>Regula fasciata</i>
<i>Chama macerophylla</i>	<i>Mytilopsis dominguensis</i>	<i>Caecum imbricatum</i>	<i>Engoniophos guadalupensis</i>	<i>Retusa candei</i>
<i>Chione cancellata*</i>	<i>Nuculana acuta</i>	<i>Caecum nitidum</i>	<i>Epitonium multistriatum</i>	<i>Rissoina bryerea</i>
<i>Chione granulata</i>	<i>Nuculana aeegensis</i>	<i>Caecum clava</i>	<i>Epitonium sp</i>	<i>Rissoina burragei</i>
<i>Codakia costata</i>	<i>Papyridea semisulcata</i>	<i>Caecum pulchellum</i>	<i>Eulima auricincta</i>	<i>Rissoina decussata</i>
<i>Codakia orbiculata</i>	<i>Lucina muricata</i>	<i>Caecum sp.</i>	<i>Eulima bifasciata</i>	<i>Rissoina fischeri</i>
<i>Codakia pectinella</i>	<i>Phacoides radians</i>	<i>Caecum tornatum</i>	<i>Fargoa bushiana</i>	<i>Rissoina multicostata</i>
<i>Codakia orbicularis</i>	<i>Pitar aresta*</i>	<i>Cerithidea beatty</i>	<i>Halystilus columna</i>	<i>Rissoina striosa</i>
<i>Corbulla barratiana</i>	<i>Pitar circinata</i>	<i>Cerithiopsis abruptum</i>	<i>Hemitoma octoradiata</i>	<i>Seila adamsi</i>
<i>Corbulla chytana</i>	<i>Semele nuculoides</i>	<i>Cerithiopsis bakeri</i>	<i>Ithicytara lanceolata</i>	<i>Smaragdia viridis</i>
<i>Corbulla cubaniana</i>	<i>Strigilla mirabilis*</i>	<i>Cerithiopsis emersoni</i>	<i>Lucapina sowerbii</i>	<i>Teisnotoma megastoma</i>
<i>Corbulla swiftiana</i>	<i>Strigilla pisiformis*</i>	<i>Cerithiopsis latum</i>	<i>Lucapinella limatulla</i>	<i>Terebra cinerea</i>
<i>Corbulla contracta</i>	<i>Tellina alternata*</i>	<i>Cerithiopsis greeni</i>	<i>Mellanella sp</i>	<i>Tricolia tessellata*</i>
<i>Crasinella martinicensis*</i>	<i>Tellina mera</i>	<i>Cerithium lutosum</i>		
<i>Crassinella lunulata</i>	<i>Tivella abaconis</i>	<i>Cerithium muscuratum</i>		
<i>Cyclocardia sp*</i>	<i>Tivella mactroides*</i>			

Tabla 2 (Continuación)

Gasteropoda	<i>Turbonilla lyalli</i>	<i>Turritella exoleta</i>	CRUSTACEA	Decapoda
<i>Tricolia thalassicola</i>	<i>Turbonilla muricatoides</i>	<i>Turritella sp</i>	Isopoda	<i>Lepidopa venusta*</i>
<i>Tricolia bella</i>	<i>Turbonilla pupoides</i>	<i>Zebina browniana</i>	<i>Exciorolana braziliensis*</i>	ANELIDA
<i>Tricota adamsi</i>	<i>Turbonilla regina</i>	Scaphopoda	<i>Tylos wegeneri*</i>	Poliqueta
<i>Triphora compsa</i>	<i>Turbonilla swani</i>	<i>Cadulus sp</i>	<i>Dynamenella sp*</i>	<i>Ophelina sp*</i>
<i>Triphora hemphilli</i>	<i>Turbonilla sp</i>	<i>Dentalium presum</i>	Amphipoda	<i>Goniadides sp*</i>
<i>Triphora nigrocincta</i>	<i>Turbonilla eva</i>	<i>Dentalium texanianum</i>	<i>Concarnes concavus*</i>	<i>Glicera sp*</i>
<i>Triphora catalinensis</i>	<i>Turbonilla interrupta</i>	<i>Dentalium sp</i>	<i>Proxocephalidae sp.*</i>	
<i>Truncatella pulchella</i>	<i>Turbonilla lara</i>			
<i>Trypticus niveus</i>	<i>Turbonilla stylina</i>			
<i>Turbonilla abrupta</i>				

* Especies con por lo menos un ejemplar vivo.

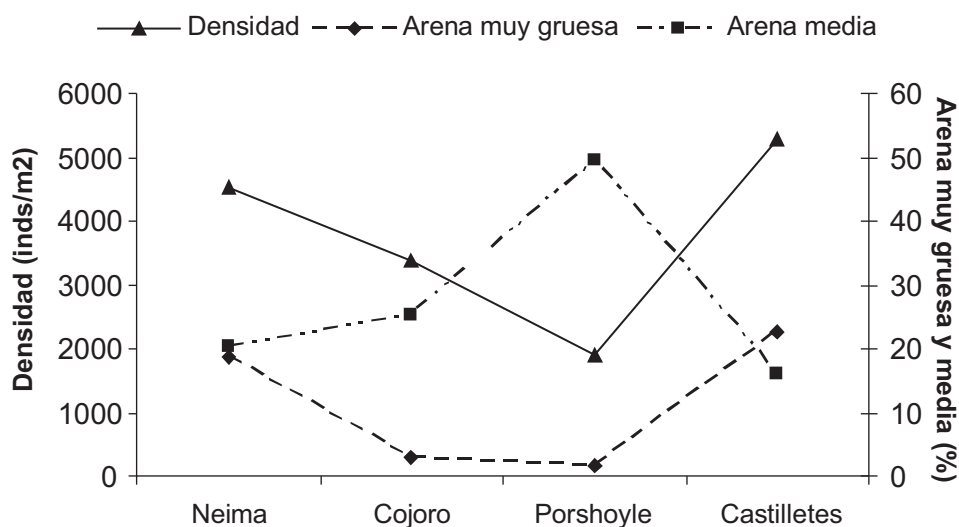


Figura 2. Valores promedios de Densidad (Inds/m²), Arena muy gruesa (%) y Arena media (%) en cada una de las playas estudiadas.

Tabla 3

Diversidad (H'), Riqueza (S) y Equidad (J) de las playas estudiadas. En negrilla los mayores valores de cada variable

	Neima	Cojoro	Porshoyle	Castilletes
Diversidad (H')	1,78	1,98	2,42	3,32
Riqueza (S)	82	100	90	134
Equidad (J)	0,4	0,4	0,52	0,66

nido de materia orgánica en los sedimentos. Las cantidades de material orgánico fueron aumentando de Neima a Castilletes, siendo muy similar entre las dos estaciones centrales, Cojoro y Porshoyle. Esto a su vez está muy relacionado con la granulometría de cada una de las playas como se explicó anteriormente; en un estudio similar aunque no se obtuvo una correlación significativa entre éstos parámetros, se destaca que las zonas donde se observaron mayores valores de diversidad, riqueza y abundancia, también eran las que presentaron mayor cantidad de materia orgánica (30).

El análisis de agrupamiento realizado (figura 3) muestra que, desde el punto de vista de la composición de especies, las playas de Neima y Cojoro son más semejantes entre sí, y ambas se asemejan más a Porshoyle, que a Castilletes, la cual dista mucho de las tres anteriores. Se puede hablar entonces de dos grupos, uno formado por Neima, Cojoro y Porshoyle, y otro sólo por Castilletes. En esta última, el presente estudio revela que basado en su granulometría y en el contenido de materia orgánica, la misma favorece al desarrollo de una fauna macrobentónica más diversa.

En las playas estudiadas se evidencia la zonación horizontal de organismos. En

general los Crustáceos se ubicaron principalmente en los tramos superiores y medios de la costa, y los anélidos en los niveles medios a inferiores de la zona intermareal, especialmente a partir de los 30 metros de la transecta (figura 4); Es comúnmente observado en este tipo de ambientes que los isópodos cirolánidos se encuentran limitados a los estratos más superficiales, en conjunto con los anfípodos, y en los estratos medios a inferiores suelen ubicarse organismos del género *Lepidopa*; sin embargo, estos patrones pueden variar de un lugar a otro, ya que dependen directamente de las características morfodinámicas de la playa, la pendiente y la granulometría de sus sedimentos (31, 32).

En efecto en el presente estudio se observó que los isópodos *Excirrolana braziliensis* y *Tylos wegeneri* estuvieron restringidos a la zona de marea alta en la playa Neima. En el caso particular de *E. braziliensis*, se observó el más claro patrón de zonación, donde las mayores densidades se encontraron a los 10 metros para las playas de Neima, Porshoyle y Castilletes, la playa Cojoro no contó con la presencia de dicha especie; en la playa Neima se obtuvo la mayor densidad promedio de este organismo (283 inds/m²), destacándose el hecho, que fue la estación con mayor cantidad de arena gruesa.

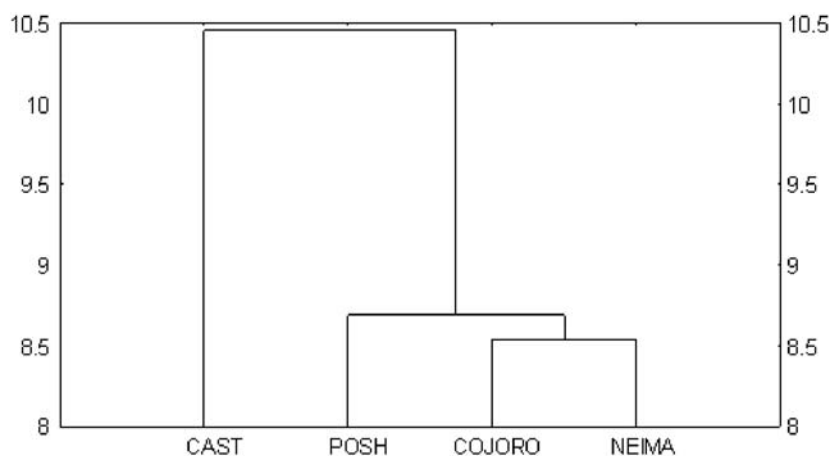


Figura 3. Análisis de agrupamiento (Cluster) entre las playas estudiadas, Neima, Cojoro, Porshoyle (Posh) y Castilletes (Cast). Distancia euclidiana.

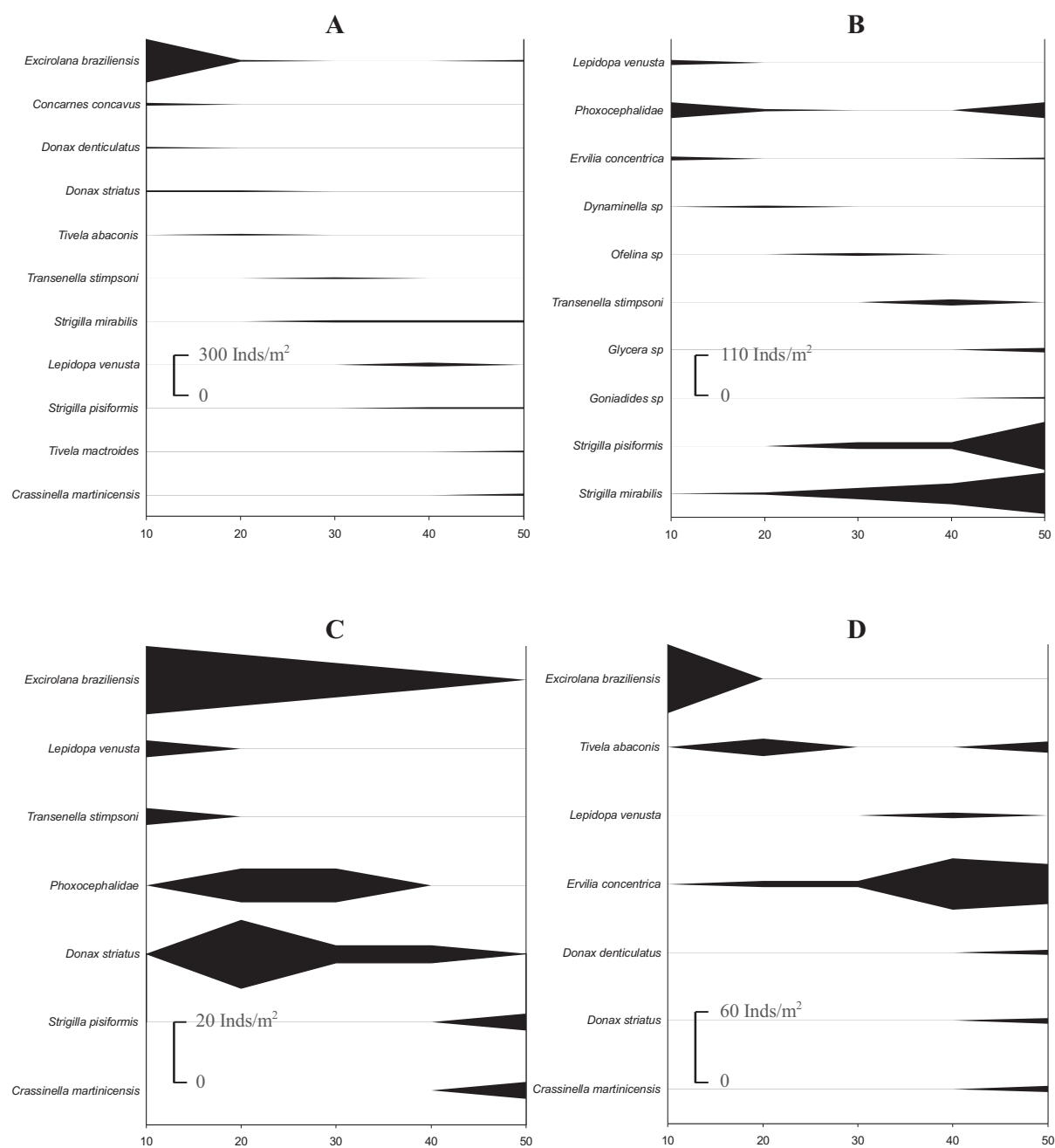


Figura 4. Patrones de zonación de las especies más representativas en las playas estudiadas. A. Neima; B. Cojoro; C. Porshoyle; D. Castilletes.

sa en este estudio. A medida que disminuye la cantidad de esta fracción en cada playa, la densidad de esta especie también disminuye, lo cual es un patrón común en ambientes similares (1, 30, 31). Los anélidos por su

parte, sólo se encontraron en Cojoro, pudiéndose deber esto principalmente a las proporciones de sedimentos finos característicos de esta playa, así como otros factores no determinados.

El decápodo *Lepidopa venusta* mostró una tendencia a ubicarse en las zonas superiores en las playas de Cojoro y Porshoyle, mientras que en Neima y Castilletes su ubicación se observó hacia la zona inferior; esto se debe a las diferencias observadas en las playas; donde la pendiente podría estar jugando un factor diferencial en la zonación de este organismo; tal como se ha planteado y comprobado, diferentes tipos de playa generan distintos patrones de zonación de macroinvertebrados (31).

En general los moluscos vivos se observaron a lo largo de todos los niveles de la zona de marea. Particularmente algunos organismos mostraron patrones ligeramente distintos, como *Transenella stimpsoni*, la cual mostró una tendencia hacia la zona intermedia (30 m) en Neima, zona media a inferior (40 m) en Cojoro, y zona superior (10 m) en Porshoyle. El bivalvo *Ervilia concentrica* solo se encontró vivo en las playas de Cojoro y Castilletes, donde para la primera estuvo localizada en la zona superior e inferior de la playa, mientras que para la segunda sus mayores densidades se encontraron a partir de la zona media hasta la inferior (figura 4).

Los bivalvos *Strigilla pisiformis* y *Strigilla mirabilis* mostraron tendencias a encontrarse en mayor densidad hacia la parte inferior de la zona intermareal en las playas donde se detectó la presencia de organismos vivos. En la playa Porshoyle se observó que *Donax striatus* mostró una tendencia a ubicarse hacia la zona media superior, mientras que en Castilletes se observó en la parte inferior.

La diferencia entre las playas estudiadas en cuanto a la zonación de especies en cada una de ellas, podría ser debido a los factores estructurales, como diferencias de pendiente y energía del oleaje, entre otros; aunque existen otros factores que pudieran estar afectando también la distribución de la macrofauna bentónica. Tal es el caso de la competencia, depredación y reclutamiento,

entre otros (12, 16, 32); Al comparar la zonación de macroinvertebrados entre distintos trabajos se debe tomar en cuenta el factor latitudinal, ya que las diferencias que pueden encontrarse entre distintas latitudes, además de ambientes, permitirían entender mucho mejor los factores que influyen sobre la distribución del bentos; puesto que en cada caso en particular se pueden encontrar semejanzas y diferencias en los patrones de zonación de la comunidad, que podrían dar indicios de las variables que más afectan la estructura de la misma (31, 33).

En conclusión, la fauna macroinvertebrada intermareal de las playas arenosas de alta energía estudiadas en la costa noroeste del Golfo de Venezuela exhibe una gran diversidad, cuya variación espacial está influenciada en gran parte por las características físicas del sedimento y por la disponibilidad de materia orgánica. Es importante tomar en cuenta, para futuros estudios, otras variables que pudieran ejercer efectos directos o indirectos sobre la comunidad, tales como porosidad, grado de la pendiente, contenido de agua del sedimento, entre otras, y así tratar de establecer de manera mucho más profunda el conocimiento de la ecología de estas comunidades.

Referencias bibliográficas

1. BRAZEIRO A., ROZBACZYLO N., FARIÑA J.M. *Invest Mar Valparaíso* 26: 119-126, 1998.
2. SANDERS H. *Am Nat* 102, 945: 243-282, 1968.
3. LEBER K.M. *Bull Mar Sci* 32, 1: 86-98, 1982.
4. MÉNDEZ N., SOLÍS V., CARRANZA A. *An Inst CML México* 7, 1: 107-127, 1986.
5. GREBMEIER J., FEDER H., McROY P. *Mar Ecol Progr Series* 51: 253-268, 1989.
6. HAYNES D., QUINN G.P. *Mar Freshwater Res* 46: 931-942, 1995.
7. RIASCOS J.M. *Cienc Mar* 28: 13-25, 2002.

8. PRIETO A., TINEO C., RUIZ L., GARCIA N. **Bol Centro Invest Biol** 40 (1): 1-19, 2006.
9. PRIETO A., SANT S., MENDEZ E., LODEIROS C. **Rev Biol Trop** 51 (2): 413-426, 2005.
10. DÍAZ DÍAZ O., LIÑERO-ARANA I. **Acta Cient Venez** 55: 44-55, 2004.
11. PRINCZ D. **Mem Soc Cien Nat La Salle** 43 (120):41-58, 1983.
12. ROMERO M. Biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos intermareales presentes en el Caño Sagua, Mcpo. Páez, Estado Zulia. (Para obtener el título de Licenciado en Biología). Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), 104pp, 2002.
13. POLO C. Composición y Abundancia de los invertebrados bentónicos de Caño Neima, Guajira Venezolana, Estado Zulia. (Para obtener el título de Licenciado en Biología). Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), 93pp, 2005.
14. McCONNAUGHEY B. **Introducción a la Biología Marina**. 1^{era} Edición. Traducido por Bautista P. María del Carmen. Madrid, España. Editorial Acribia. pp 455, 1974.
15. SHTEIMAN B., KAMEUIR Y., GOPHEN M. **Hidrobiología** 408/409: 211-216, 1999.
16. DELGADO J. Estudio comparativo de la diversidad y distribución macrobentónica invertebrada presente en las playas arenosas de alta energía de Caño Sagua y Caimare Chico (Municipio Paez, Estado Zulia). (Para obtener el título de Licenciado en Biología). Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), 84pp, 1997.
17. MATUSALEN J. Distribución y abundancia de macroinvertebrados bentónicos intermareales en playas de alta energía de la costa sureste del Golfo de Venezuela. (Para obtener el título de Licenciado en Biología). Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), 128pp, 2005.
18. MEDINA E., BARBOZA F. **Ecotrópicos** 19 (2): 128-139, 2006.
19. ABBOTT T. **American Seashells**. Golden Press. New York, 160pp, 1985.
20. WARMKE J., ABBOTT R. **Caribbean Seashells. A guide to the marine mollusks of Puerto Rico and other West Indian Island, Bermuda and lower Florida keys**. Dover publications, Inc. New York, USA. pp 233, 1961.
21. LODEIROS C., MARÍN B., PRIETO A. **Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia**. Edición Apudons. pp. 109, 9 láminas, 1999.
22. FALCHAUD K. **The polichaete worms definitions and keys to the order, families and genera**. Science series N° 28. Natural History Museum of Los Angeles County. Sciences series. United States of America, pp 188, 1997.
23. THOMAS J.D. **Identification manual for the Marine Amphipoda: (Gammaridea) I. Common Coral Ref. and Rocky Bottom amphipods of south Florida**. Florida Department of Environmental Protection, pp 83, 1993.
24. RODRIGUEZ G. **Crustáceos Decápodos de Venezuela**. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, pp 494, 1980.
25. KENSLEY B., SCHOTTE M. **Guide to marine isopods crustaceans of the Caribbean**. Smithsonian institution press. Washington and London, pp 308, 1989.
26. APHA, AWWA & WEF. **Standard Methods for the examination of water and waste water**. Edited by Arnold, E. Gernberd; S. Clesceri & Andrew, D. Eaton 18th Edition. Washington DC. United States of America, pp 1100, 1992.
27. ESCOBAR-BRIONES E., SIGNORET M. & D. HERNANDEZ. **Cienc Mar** 25(2): 193-212, 1999.
28. HAMMER U., SHEARD J., KRANABETTER J. **Hidrobiología** 197: 173-192, 1990.

29. SOETAERT K., VINEX M., WITTOECK J., & M. TULKENS. ***Hidrobiología*** 311: 185-206, 1995.
30. FRESI E., GAMBI M., FOCARDI S., BARGAGLI R., BALDI F., FALCIAL L. ***Mar Ecol*** 4, 2: 1001-1021, 1983.
31. JARAMILLO E. ***Stud Neotrop Fauna Environ*** 13: 71-92, 1978.
32. JARAMILLO E., McLACHLAN A., COETZEE P. ***Mar Ecol Prog Ser*** 101: 105-118, 1993.
33. ARRUDA E., AMARAL C. ***Rev Bras Zool*** 20 (2): 291-300, 2003.